



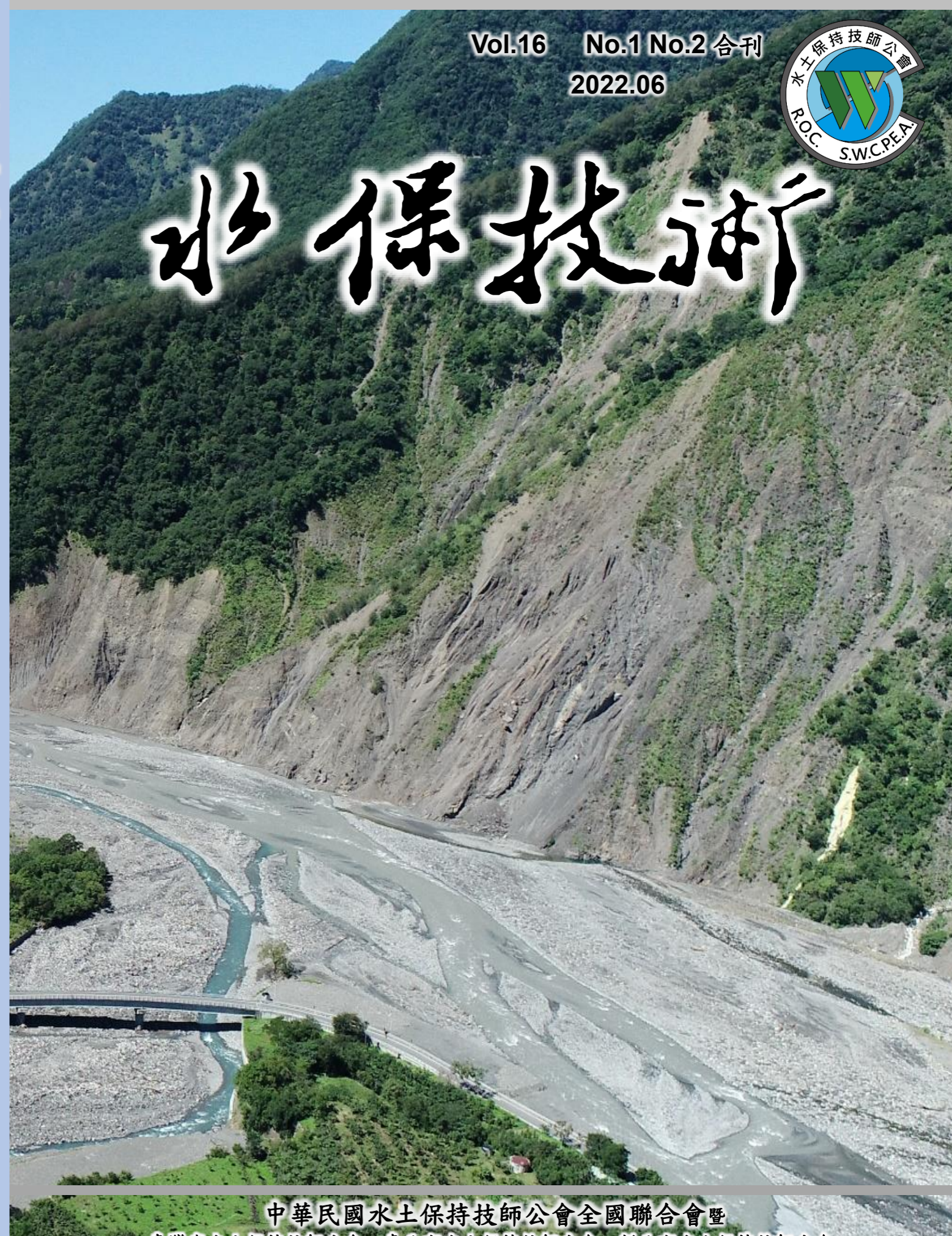
# 水保技術

水保技術

Journal of Water and Soil Conservation Technology

Vol.16

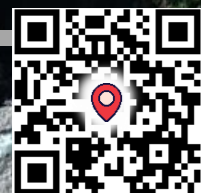
No.1 No.2 合刊



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16卷 第1、2期合刊

2022.06

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  
出版者：中華民國水保技師公會  
全國聯合會  
會址：新北市板橋區雙十路2段  
143號4樓

網址：<http://www.swcpea.org.tw/>  
電話：(02)8258-1918  
(02)2254-4483  
(02)2253-8151  
(02)8258-5680  
傳真：(02)8257-1900  
(02)2250-0061

主編委員：劉衍志  
編輯委員：吳烘森、吳正義、鍾東宏

編輯助理：曾文萱  
本刊為季刊，每年出版四次  
本刊版權為水保技師公會所有  
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  
地址：台南市育樂街 55 號 1 樓

電話：(06)2368-880  
傳真：(06)2345-085

Publisher: Yu-Lin Kuo  
Publication Office: The Union of Soil and Water  
Conservation Professional  
Engineer Associations  
Address: 4F., No.143, Sec. 2, Shuangshi  
Rd., Banqiao Dist., New  
Taipei City 220, Taiwan  
(R.O.C.)

Web Site: <http://www.swcpea.org.tw/>  
Tel: +886 2 8258-1918  
+886 2 2254-4483  
+886 2 2253-8151  
+886 2 8258-5680  
Fax: +886 2 8257-1900  
+886 2 2250-0061

Chief of Editor: Yen-Chih Liu  
Board of Editor: Hong-Sen Wu, Cheng-Yi  
Wu, Dung-Hung Chung

Assistant Editor: Wen-Hsuan Tseng

This journal is published quarterly.

Institutional subscription fee: NT\$100

Print: Ji Xiang Publishing Inc.  
Address: 1F., No.55, Yule St., East  
Dist., Tainan City  
70145, Taiwan (R.O.C.)

Tel: +886 6 2368-880  
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：拉庫斯溪與荖濃溪交匯口為土砂淤積嚴重地區，為維持河道通洪斷面、確保保全對象之安全，水土保持局臺南分局歷年來致力於本區段清疏工程。

拍攝團隊：逢甲大學／拍攝時間：110.08.26

# 目錄

## 學術論文

- 4 應用地理資訊系統矯正編號農路圖資及樣態研析  
- 林書豪 林曉萱 廖經樺 林庭任 孫偉華
- 16 利用土砂收支管理與數值沖淤模式進行野溪清疏成效評定-以  
高雄市桃源區拉庫斯溪為例  
- 林秉賢 王浣雅 傅桂霖 蔡政修 諸予涵

## 技術論文

- 26 臺北市水土保持計畫科技管理運用之成效  
- 沈漢國 曾慶九 方韻喬 池蘭生

## 技術短文

- 34 以集水區崩塌長期演化談水土保持關鍵治理區位 - 吳俊鋈
- 36 堆積扇地貌特性與土砂災害類型之探討 - 周憲德

## 評析專欄

- 38 土地利用的非專業建議  
- 劉衍志

## 活動花絮



## 應用地理資訊系統矯正編號農路圖資及樣態研析

### Research and Analysis on Correction of Numbered Agricultural Road Maps and Patterns Using Geographic Information System

林書豪<sup>1\*</sup>、林曉萱<sup>2</sup>、廖經樺<sup>3</sup>、林庭任<sup>3</sup>、孫偉華<sup>3</sup>  
Shu-Hao Lin<sup>1\*</sup>、Shiau-Shiuan Lin<sup>2</sup>、Jing-Hua Liao<sup>3</sup>、Ting-Ren Lin<sup>4</sup>、Wei-Hua Sun<sup>5</sup>

1.逢甲大學土木水利工程與建設規劃博士學位學程

(通訊作者 E-mail: linsh@mail.fcu.edu.tw)

2.行政院農業委員會水土保持局保育治理組水庫保育科

3.逢甲大學水利工程與資源保育學系

1.Ph.D. Program for Civil Engineering, Water Resources Engineering, and Infrastructure Planning,  
Feng Chia University, Taichung 407, Taiwan

2.Water and Soil Conservation Bureau, Conservation Management Team, Reservoir Conservation  
Division, Nantou 540, Taiwan

3.Department of Water Resources Engineering and Conservation, Feng Chia University, Taichung  
407, Taiwan

### 摘要

農路為農村生產資材與產物運輸之交通要道，維護山坡地住民行動安全之命脈。編號農路圖資自民國88年建置之至98年完成已歷經十多年，已錄在案者為8,678條、12,857公里；部分編號農路已改道、道路荒廢或土地變更等，故其矯正以符合現況，對於坡地防災有其實質必要性。本研究應用地理資訊系統配合內政部最新道路圖資大幅矯正編號農路圖資，整併為8,669條、11,625公里，絕大多數路段已更新至110年度，實為一大突破。而部分路段無法直接地理資訊系統矯正，共計1,429公里(佔總長約12.3%)，仍待未來人力物力許可時以現地勘查方能複核。

**關鍵字：**編號農路，圖資矯正

### Abstract

The agricultural road is the main transportation route for the transportation of production materials and products in the countryside, and it is the lifeblood of maintaining the safety of the residents of the hillside. It has been more than ten years since the construction of the numbered agricultural roads in 1999 to the completion in 2009. The number of agricultural roads that have been recorded is 8,678 and 12,857 kilometers. Some numbered agricultural roads have been



diverted, roads are abandoned or land has been changed, so they are corrected. In order to conform to the current situation, it is essential to prevent disasters on sloping land. In this study, the geographic information system was used in conjunction with the latest road map data of the Ministry of the Interior to significantly correct the numbered agricultural road map data, which was consolidated to 8,669 and 11,625 kilometers. Most of the road sections have been updated to 2021, which is a major breakthrough. However, some road sections cannot be directly corrected by the geographic information system, with a total of 1,429 kilometers (about 12.3% of the total length), which can only be reviewed by on-site surveys when human and material resources permit in the future.

**Key Word: Numbered agricultural road, Map correction**

## 一、前言

農路為農村生產資材與產物運輸之交通要道，是農村經濟和農業發展的重要基層設施，亦兼具坡地防災等緊急救援協助需求之功能，是維護山坡地住民行動安全之命脈。鑑此，水土保持局歷年持續協助地方政府辦理農路之改善與維護，並自民國88年起陸續建立全臺農路圖資，直到98年全臺已篩分並完成錄案之編號農路8,678條，全長約達12,857公里。

該圖資自建置完成後，至今已過去十餘年，部分編號農路已改道、道路荒廢或土地變更等，與現況已有所出入。由於農路肩負了山坡地農產及資材之輸運任務，對山坡地經濟和維生具有舉足輕重之影響，尤其編號農路更為重要，故有必要對編號農路圖資進行矯正以符合現況，對於坡地防災有其實質必要性。

## 二、研究方法

依據預定目標，擬定研究流程如下，研究流程如圖1：

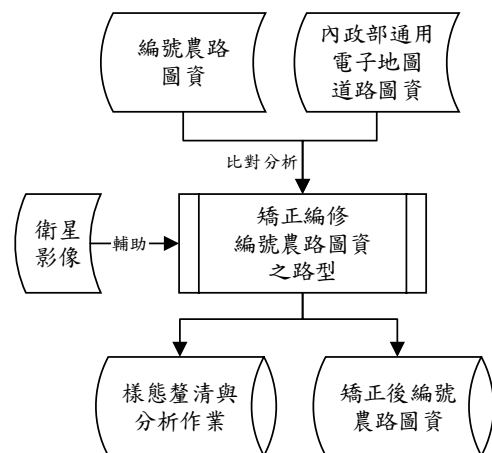


圖1 研究流程圖

1. 蒐集與彙整一般公路及特定道路圖資，前者包含國道、省道、縣(市)道、鄉(鎮)道及區道等圖資，而後者則以林道及編號農路等圖資為主。
2. 購置內政部國土測繪中心2021年版1/25,000之「全臺通用電子地圖」。
3. 以「全臺通用電子地圖」為基礎輔以衛星影像，矯正編號農路圖資，並更新其圖資屬性。
4. 釐清與其他種類道路交疊之樣態與情形，以供未來人力物力需可時之現地複核作業使用。



## 三、編號農路矯正作業說明

### 3.1 蒐集全臺道路系統圖資

臺灣通用電子地圖於民國96年至104年辦理建置作業，共計完成5,712圖幅建置，並於持續辦理圖資更新作業至今。通用電子地圖圖層內容包含橋梁點(BRIDGE)、縣市界(COUNTY)、地標(MARK)、鐵路(RAILA)、道路節點(RDNODE)、河川(RIVERA)、河川中線(RIVERL)、道路中線(ROAD)、鄉(鎮、市、區)界(TOWN)、隧道(TUNNELA)、村(里)界(VILLAGE)、面狀水域(WATERA)等12種圖層資料。依據臺灣通用電子地圖測製說明，各平面道路交叉口均需要有節點，並以道路節點(RDNODE)作為道路線段之起訖點依據，即平面交叉路口之道路中線需斷線，如圖2所示。該圖資分布如圖3所示。

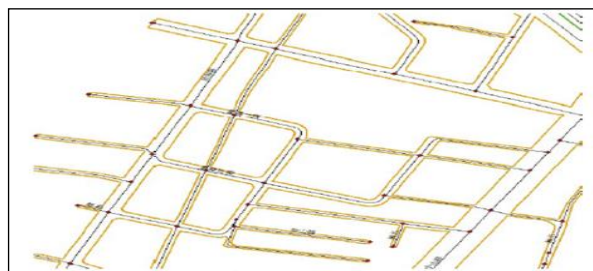
### 3.2 矯正方法

矯正編修方法採用最新(2021年)通用電子地圖之「道路-ROAD」圖層為基礎，將民國88年起產製之「水土保持局編號農路」圖層進行道路路型矯正作業，並輔以衛星影像判釋，如下說明：

#### 1. 矯正原則

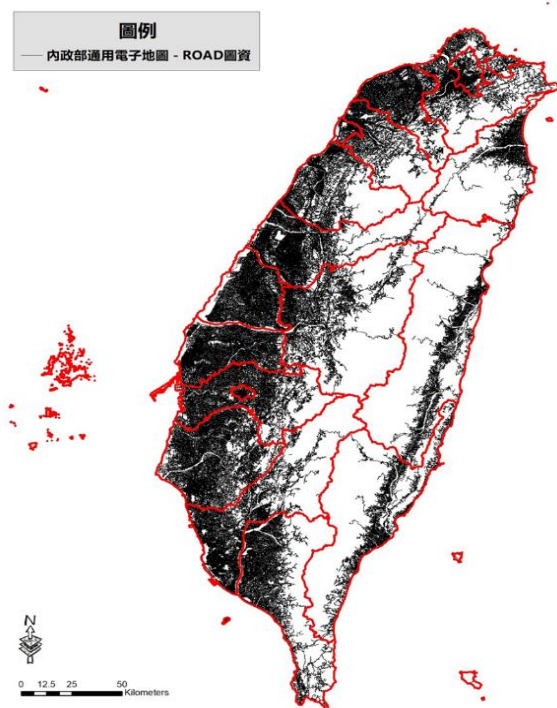
由於是藉由兩圖資間矯正套疊，仍有可能與現地不合之可能，因此輔以衛星影像或街景矯正，且不額外延伸道路。惟未來人力物力許可，即使圖資已經過本研究編修，全台編號農路路線仍需經現地踏勘較為確實。圖資套疊後如圖4所示，會有以下三種情形，如下說明：

(1)重疊段(藍色箭頭處)：以通用電子地圖之道路路型矯正編號農路。



資料來源：國土測繪中心臺灣通用電子地圖測製更新作業說明(109年度版)

圖2 道路交叉口產生端點圖



資料來源：國土測繪中心臺灣通用電子地圖

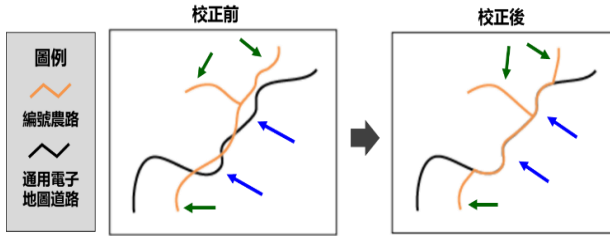
圖3 內政部臺灣通用電子地圖道路圖資分布圖

(2)無重疊段，但衛星影像有道路者(綠色箭頭處)：在衛星影像可看到地表且無遮蔽之前提下，衛星影像中有此道路存在，表示編號農路圖資仍有其鑑別度，則保留原編號農路圖資路段，並以衛星影像之道路路型校正之。

(3)無重疊段，但衛星影像無道路者(綠色箭頭處)：在衛星影像可看到地表且無遮蔽之前提下，衛星影像中無此道路存在，表示該編號農路可能已無人使用導致植生

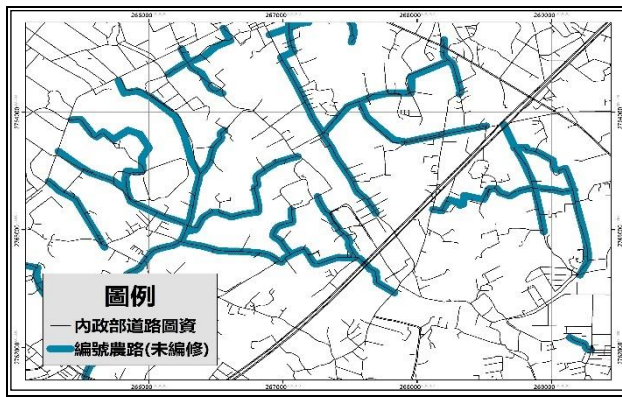


已重新覆蓋道路鋪面、原始編號農路圖資有誤或其他原因等(在無現地勘查基礎下無法明確得知原因),則刪去原編號農路路段。



資料來源：本研究製作

圖4 矯正編號農路示意圖

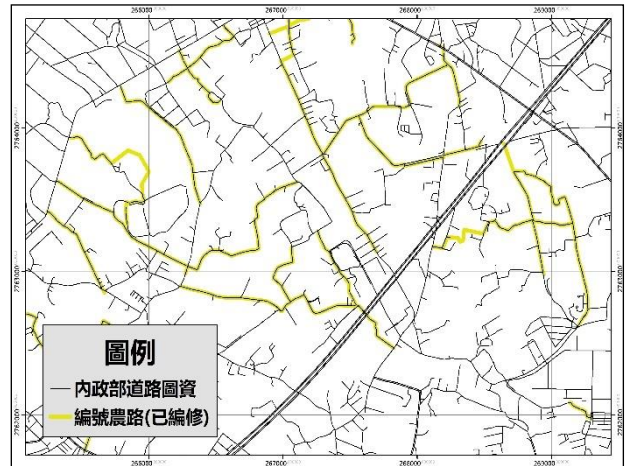


資料來源：編號農路圖資：水土保持局、道路圖資：內政部

圖5 通用電子地圖、編號農路套疊示意圖(桃園市觀音區)

為重疊段；以外則為無重疊段，該情形僅佔約10%。

(2)無重疊段(需確認路段)：無重疊段即為編號農路圖資存在該道路，而通用電子地圖道路圖資不存在該道路者，如圖7右側紅框處，即需要藉由衛星影像輔助判斷，如圖8左側黃框該處實際於衛星影像有道路存在，再經由街景照片確認。藉由前述原則，將圖資矯正為衛星影像之路型，即完成無重疊段(需確認路段)之矯正作業。



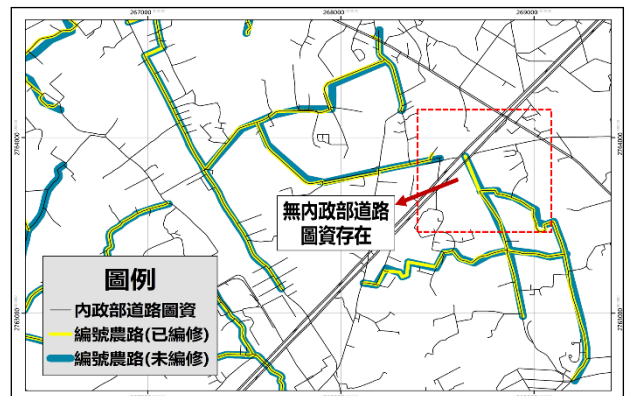
資料來源：編號農路圖資：水土保持局、道路圖資：內政部

圖6 通用電子地圖、編號農路修編後套疊示意圖(桃園市觀音區)

## 2.矯正方法說明

茲舉「桃園市觀音區廣福里」之編號農路作為矯正說明之案例，矯正前之兩圖資套疊(如圖5)、矯正後之兩圖資套疊(如圖6)、將通用電子地圖、編號農路矯正前後同時套疊(如圖7)：

(1)重疊段：重疊段之矯正較無爭議，圖5可看出原編號農路與內政部道路圖層重合程度達九成，由於地形地勢甚少大幅改變，因此若是些微改道或坐標偏移都可以在此一情況校正。採用10公尺範圍內則視

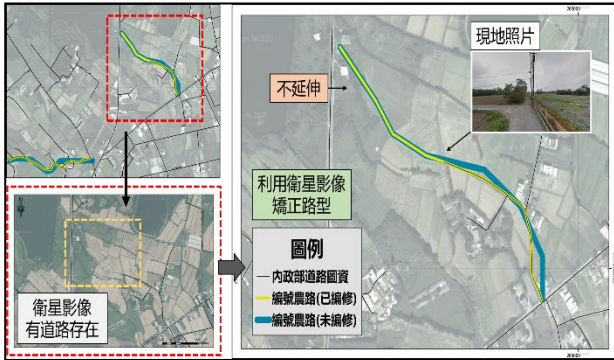


資料來源：編號農路圖資：水土保持局、道路圖資：內政部

圖7 通用電子地圖、編號農路修編前後套疊示意圖(桃園市觀音區)







資料來源：衛星底圖Google Earth，2021

圖8 輔以衛星影像矯正編號農路路型示意圖

### 3.3 矯正後之編號農路圖資屬性資料

矯正後圖資之屬性資料配合編號農路圖資以原欄位為基礎調整並更新相關資訊，已擴充原有資訊量為原則，惟為配合水土保持局共通性資料(表1)之屬性欄位標準、部分欄位其原意義已不可考或汰除圖層中部分無效資料，本研究研析原農路圖層之屬性欄位，對於各欄位之更新說明，如下表2所示。

表1 水土保持局圖層屬性資料共通性欄位編號一覽表

共通性欄位	共通性欄位名稱	共通性欄位
1	計畫年度	1：計畫年度
2	月份	2：月份
3	更新日期	3：更新日期
4	縣市	4：縣市
5	縣市別代碼	5：縣市別代碼
6	鄉鎮市區	6：鄉鎮市區
7	鄉鎮市區代碼	7：鄉鎮市區代碼
8	村里	8：村里
9	水土保持工程工作項目	9：水土保持工程工作項目
10	執行單位	10：執行單位
11	協會名稱	11：協會名稱
12	社區名稱	12：社區名稱
13	流域	13：流域
14	土石流潛勢溪流編號	14：土石流潛勢溪流編號
15	EPSG3826_X	15：EPSG3826_X
16	EPSG3826_Y	16：EPSG3826_Y
17	EPS4326_LON	17：EPS4326_LON
18	EPSG4326_LAT	18：EPSG4326_LAT

資料來源：水土保持局

表2 編號農路屬性資料更新說明

欄位名稱	本研究建議更新之欄位說明	共通性編號
TYPE	是否部分與縣市、鄉鎮道路重合，無則留白，是則填為縣市、鄉鎮道路，配合屬性資料單列之特性，此項填寫重合比例較高者，且移到最後欄並更名為“重合公路類別”避免混淆。	-
TYPE2	部分與縣市、鄉鎮道路重合者，填寫公路編號，無則留白，配合屬性資料單列之特性，此項填寫重合比例較高者，且移到最後欄更名為“重合公路編號”避免混淆。	-
INDEX_	索引備註訊息，已不可考；後續建議刪除	-
NAME	若該編號農路與有名稱之道路部分重合，填寫道路名稱；與前項重複，後續建議刪除	-
SECT	段數，若前述已填寫道路名稱，則該道路屬於第幾段；由於多數無此資料，易導致屬性資料過於冗長，後續建議刪除	-
ALLEY	巷數、巷名稱，若前述已填寫道路名稱，選擇填此欄；由於多數無此資料，易導致屬性資料過於冗長，後續建議刪除	-
CLASS	農路分類，由於全屬於編號農路類；後續建議刪除	-
NEWCODE	備註訊息，已不可考，且易與編號農路名稱混淆；後續建議刪除	-
TMP	皆為 0、1 之資訊，已不可考；後續建議刪除	-
NO	編號農路之編號，即名稱；後續建議刪除，僅留“農路編號”一欄	-
起點鄉鎮別	編號農路起點之鄉鎮名稱	6
起點村里別	編號農路起點之村里名稱	8
終點鄉鎮別	編號農路終點之鄉鎮名稱	6
終點村里別	編號農路終點之村里名稱	8
聯外公路	是否有連結聯外公路，若有則填聯外公路名稱，無則留白	-
縣市別	編號農路途經所佔最大範圍之縣市名稱	4
COUNTY	編號農路途經所佔最大範圍之縣市代碼	5
TOWN	編號農路途經所佔最大範圍之鄉鎮代碼	6
鄉鎮別	編號農路途經所佔最大範圍之鄉鎮名稱	7
VILL	編號農路途經所佔最大範圍之村里代碼	-
村里別	編號農路途經所佔最大範圍之村里名稱	8
L_VILL	中間途經之村里代碼，易混淆且數量較多時無意義；後續建議刪除	-
連接農村	中間途經之村里名稱，易混淆且數量較多時無意義；後續建議刪除	-
起點坐標_X	編號農路起點 X 坐標值，TWD97_X_121	15
S_TM2D_X	皆為 0，坐標系標註欄位、易混淆；後續建議刪除	-
起點坐標_Y	編號農路起點 Y 坐標值，TWD97_Y_121	16



內政部道路圖資之WIDTH欄位套入(GIS規則採用交集intersect)，作為一參考資訊，無則空白。

## 四、編號農路矯正樣態盤點

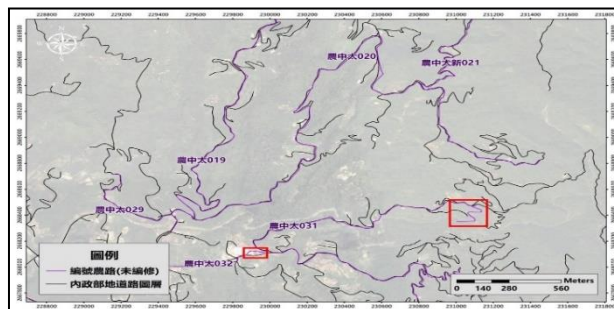
利用前述「內政部道路-ROAD」與「水土保持局編號農路」圖層空間套疊分析，確認需要編修之數量與長度，如表5所示，在8,678條編號農路圖層中，與內政部道路圖資有重疊或有部分交疊者為8,359條，約佔原既有編號農路總數96.3%(8,359 / 8,678條)。其餘全段無法以道路圖層修正者為319條、部分路段無法者為2,769條，即道路圖資無任何交疊者；對此，於後文特別說明。

本研究藉由兩兩圖資以地理資訊系統進行比對、校正作業，在兩種圖資皆有某道路圖資存在的前提下，要完全重疊幾乎不可能，即使是兩者幾乎重合仍有小部分路型需要編修，如圖9所示，惟絕大多數農路需特別釐清區段比例相對較小(多數小於10%，紅框處)，其路型並未改變太多。探究主要原因是編號農路圖資為民國88年開始建置、測繪，其圖資創建年份較早，而內政部道路圖資精度與路型亦相對較高、較新，故仍建議道路有交疊者予以校正之，可有效校正微小的坐標偏移(如圖10)或改道情形。

表5 編號農路圖層預計編修對象統計表

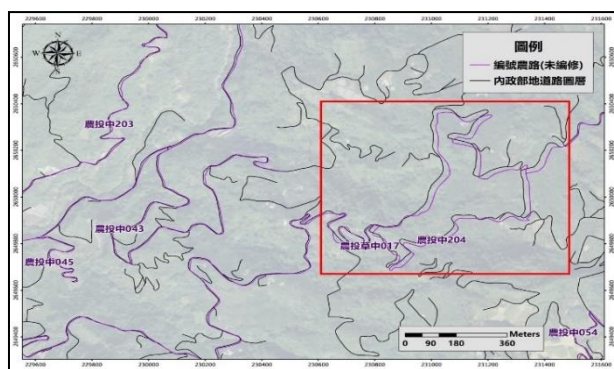
分局別	條數	長度(km)
臺北分局	1,350	2145.2
臺中分局	1,102	1729.1
南投分局	2,918	4219.0
臺南分局	1,432	1682.8
臺東分局	781	1,209.5
花蓮分局	776	901.0
總計	8,359	11,886.6

資料來源：100年編號農路圖資(水土保持局圖資編號SWCBMAP.VL00338)



資料來源：編號農路圖資：水土保持局

圖9 農路圖資校正示意—矯正比例低(台中市太平區)



資料來源：編號農路圖資：水土保持局

圖10 農路圖資校正示意—坐標偏移(南投縣中寮鄉)

以下針對原編號農路編修發生狀況進行樣態分類並予以說明，致使最終編號農路編修條數將整併為8,669條，且有部分農路矯正無法僅以道路圖資、街景或衛星影像矯正：

### 4.1與內政部道路圖層無交集樣態

與內政部道路無交集之319條編號農路，共計161.4公里，應為未來人力、物力許可時，現場勘查作業之主要目標，本研究產製『與內政部道路圖層無交集』圖層以供未來參考，說明如下：

- 1.情況一(可能實際存在道路)：由於部分編號農路圖屬於山區上之細小道路，對比內政部通用電子地圖道路路線圖層之測繪標準還要細緻，因此無對應道路圖層可供編修，相關案例如圖 11 及圖 12 所示。a.案例『農



雲林 214』在編號農路上有完整路型，內政部道路圖層並無納入測繪，衛星影像則隱約可看見道路鋪面，惟僅一小段範圍，故須現場確認。b. 案例『農嘉崎 049』在編號農路上有完整路型，與內政部道路圖層間有一定距離；衛星影像可看到些微道路鋪面，但往山區上便無，表示部分道路可能已中斷、荒廢，亦須現場確認。



『農雲林 214』編號農路與內政部套疊示意圖



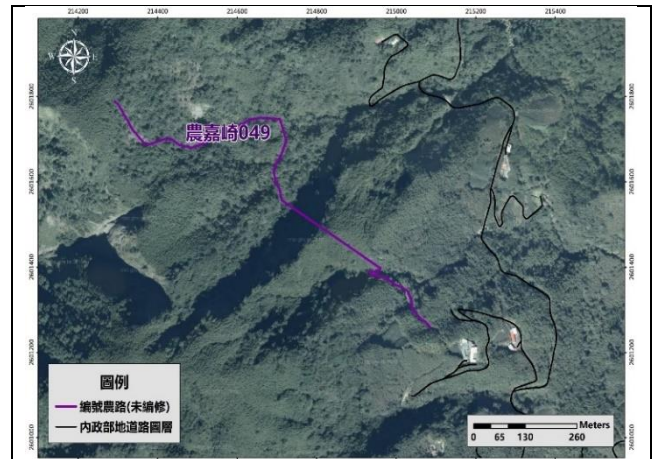
『農雲林 214』衛星影像原位置示意圖（無套疊編號農路圖層）

資料來源：衛星底圖(2019)：內政部國土測繪中心

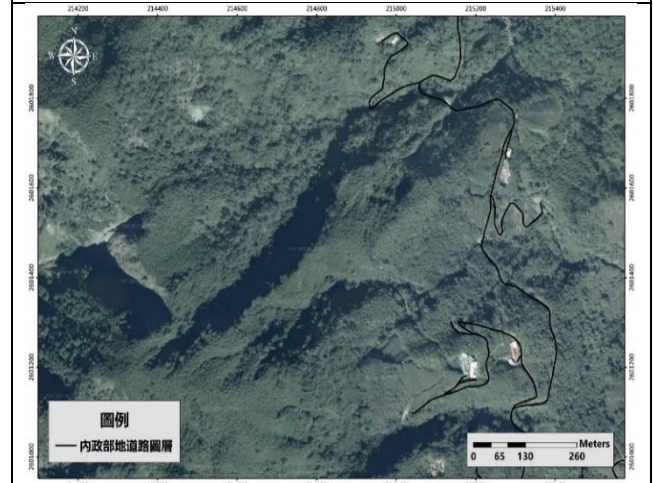
**圖11 道路圖層無重合者案例一情況一  
(案例農雲林214)**

2. 情況二(可能實際無道路)：雖然看似無道路存在，但不論衛星影像是雲覆率常年過高、道路鋪面被植生覆蓋，亦或相對偏遠無街景影像；而內政部在執行測繪道路圖層時亦無納入其中，道路可能早已不復存在。導致若非現地勘查，則無法確認其道路線

型為何，相關案例如及圖 13 所示。圖中，案例農投鹿 086 由於衛星影像有所遮蔽，因此無法直接確認道路是否存在，但可看出似乎無明顯道路鋪面存在，只能藉由現地確認。



『農嘉崎 049』編號農路與內政部套疊示意圖



『農嘉崎 049』衛星影像原位置示意圖（無道路顯示）

資料來源：衛星底圖(2018)：內政部國土測繪中心

**圖12 道路圖層無重合者案例一情況一  
(案例農嘉崎049)**

## 4.2 與內政部道路圖層部分無交集樣態

同前述319條無交集編號農路之情況，除了大致路線皆落於內政部道路圖層上，部分編號農路仍會有一段『需確認路段』(原始編號農路有的路型，內政部上沒有)，如圖14所示，此路段即為完成編號農路基本之路型矯正後，需輔以衛星影像或道路街景進行逐

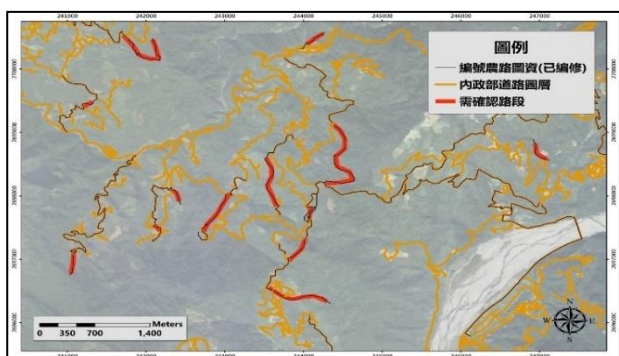


一確認、排查處，即可在內業上篩除可能不存在之道路。



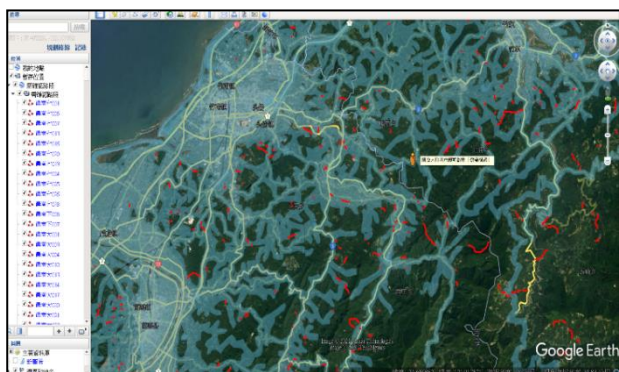
資料來源：衛星底圖(2018)內政部國土測繪中心

圖13 道路圖層無重合者案例一情況二  
(農投鹿086)



資料來源：衛星底圖(2017)內政部國土測繪中心

圖14 矯正後編號農路需確認路段示意  
(苗栗縣大湖鄉)



資料來源：Google Earth平台(2021)

圖15 需確認路段於Google Earth平台操作  
示意圖(苗栗新竹範圍)

需確認路段可直接轉換為Google Earth平台可讀取之檔案類型(KMZ)，由於Google Earth平台以Google衛星影像為底圖且可直

接查看道路街景，如圖15所示。圖中，本研究將『需確認路段』轉換為KMZ檔案(紅色線段)於Google Earth平台上開啟。於平台將右側黃色小人按住不放拖曳往圖台範圍，只要Google已建置街景影像者，皆會呈現半透明藍色粗線包覆，衛星影像上是否有道路、是否具有道路街景一目了然，因此可具體、正確、快速的完成此一作業。



資料來源：Google街景影像，2022

圖16 需確認路段街景案例  
(彰化縣鹿港鎮—農彰鹿020)

經分析『需確認路段』包含2,769條編號農路，佔編號農路總數約31.9%(2,769 / 8,669)；需確認路段之總長度為1268.1公里，佔編號農路總長約10.9%(1268.1 / 11,587.3)，其所在矯正後編號農路之總長度為4611.5公里，如下表6所示。而後此2,769段需確認路段經衛星影像、道路街景排查後，編號農路內業矯正即宣告完成。經查有僅有13段需確認路段包含街景影像都屬於平地農路，且現況皆無道路存在，案例如圖16所示，屬於街景中可



看到該路段，惟該圖資線形於街景影像中已無法找到道路存在(僅存在一空地或灌溉水道)，研判由於圖資產製年代久遠，其線型並非完全符合道路狀況、衛星影像誤判；或時間較長、道路已改道或土地變更利用等，因此該13處路段選擇直接刪除。雖未經過現地檢視，但仍可作為該路段刪除之依據。而留下仍待釐清者，則須併案319條編號農路，應由未來相關編號農路現地勘查作業積極處理。

**表6 編號農路之需確認路段統計表**

分局	縣市	編號農路條數(條)	需確認路段長度(km)	所在編號農路全長(km)
臺北分局	臺北市	0	0.0	0.0
	新北市	99	48.6	253.2
	基隆市	10	2.3	9.6
	宜蘭縣	127	68.3	237.7
	桃園市	91	33.6	148.6
	新竹市	6	1.7	9.0
	新竹縣	117	55.6	202.0
	小計	450	210.1	860.1
臺中分局	苗栗縣	283	127.6	472.9
	臺中市	147	44.2	257.4
	小計	430	171.8	730.3
南投分局	彰化縣	107	32.9	117.5
	南投縣	387	249.7	976.3
	雲林縣	220	97.9	278.2
	嘉義縣	312	146.2	544.4
	嘉義市	4	0.9	8.0
	小計	1,030	527.7	1,924.4
臺南分局	臺南市	200	60.1	212.4
	高雄市	169	65.2	202.4
	屏東縣	95	56.4	170.2
	澎湖縣	91	79.2	95.1
	小計	555	261.0	680.1
臺東分局	臺東縣	126	42.4	213.2
花蓮分局	花蓮縣	178	55.1	203.4
總計		2,769	1,268.1	4,611.5

資料來源：本研究製作

### 4.3與一般公路重合段樣態

因時代背景等因素，部分路段可能已被納編為省道、縣市道或鄉鎮區道等；案例一圖17所示，農中和007(台中市和平區)部分路段與省道台7甲線重合，案例二如圖18所示，農竹五208(新竹縣五峰鄉)部分路段與鄉道

竹62重合。而本研究編號農路圖資編修乃利用內政部道路圖層為基礎，因此判釋道路所屬可相當確實。



底圖來源：通用電子地圖、圖資來源：交通物運輸研究所

**圖17 編號農路與一般公路重合段一農中和007(台7甲)**



底圖來源：通用電子地圖、圖資來源：交通物運輸研究所

**圖18 編號農路與一般公路重合段一農竹五208(竹62)**

在經本研究矯正後，分析共計1,316條編號農路與省道、縣市道、鄉鎮區道部分路段有所重疊，重疊路段數為1,403段，如表7所示。由於部分編號農路同時重疊多種道路類別(如單一農路同時重疊部分省道、縣市道)，因此統計採用路段，省道重疊長度29.9km、縣市道73.7km、鄉鎮區道884.5km，共計重疊長度為988.1km，即可能已被一般公路納編者。



惟編號農路編修以修正路型為主，行政劃分則尚待釐清；現階段若有與一般公路重疊段，則原編號農路路段不予刪除。為此，本研究另外產製『一般公路與編號農路重合段』圖層，作為未來釐清權責之用，可供未來相關單位執行參考。其圖層屬性資料案例，如下表8所示。

**表7 編號農路與一般公路重合段統計表**

公路類型	重合段數(段)	重合長度(km)
省道	212	29.9
縣市道	172	73.7
鄉鎮區道	1,019	884.5
總計	1,403	988.1

資料來源：本研究製作

**表8 編號農路與一般公路重合段案例**

農路名稱	縣市別	鄉鎮別	公路類型	公路編號	重合長度(m)
農中太 038	臺中市	太平區	縣市道	市 136	151.5
農中太 039	臺中市	太平區	縣市道	市 136	62.2
農中太 041	臺中市	太平區	鄉鎮區道	中 104	130.5
農中太 208	臺中市	太平區	縣市道	市 136	42.5
農中太 213	臺中市	太平區	縣市道	市 136	18.4
農中北 206	臺中市	北屯區	縣市道	市 129	14.0
農中甲 016	臺中市	大甲區	鄉鎮區道	中 14	630.7
農中甲 201	臺中市	大甲區	縣市道	市 121	11.5
農中后 016	臺中市	后里區	鄉鎮區道	中 40	56.3
農中后 018	臺中市	后里區	鄉鎮區道	中 44	29.4
農中后 211	臺中市	后里區	鄉鎮區道	中 41-1	544.7
農中安 205	臺中市	大安區	鄉鎮區道	中 17	11.7
農中安 209	臺中市	大安區	鄉鎮區道	中 16	51.0
農中沙 006	臺中市	沙鹿區	鄉鎮區道	中 71	16.8
農中沙 007	臺中市	沙鹿區	省道	台 12	19.3
農中沙雅 004	臺中市	大雅區	鄉鎮區道	中 75	23.9
農中里 002	臺中市	大里區	省道	台 63	239.5
農中里 002	臺中市	大里區	鄉鎮區道	中 106	16.3
農中里 003	臺中市	大里區	省道	台 74	123.8
農中里 202	臺中市	大里區	鄉鎮區道	中 105-1	13.6
農中和 007	臺中市	和平區	省道	台 7甲	80.7
...	...	...	...	...	...
農嘉崎 231	嘉義縣	竹崎鄉	縣市道	縣 159 甲	22.4
農嘉梅 021	嘉義縣	梅山鄉	鄉鎮區道	嘉 154	16.0
農嘉梅 057	嘉義縣	梅山鄉	縣市道	縣 169	54.9
農嘉梅 201	嘉義縣	梅山鄉	鄉鎮區道	嘉 150	31.5
農嘉梅 202	嘉義縣	梅山鄉	鄉鎮區道	嘉 152	672.8
農嘉梅 208	嘉義縣	梅山鄉	鄉鎮區道	嘉 152	31.8
農嘉梅 209	嘉義縣	梅山鄉	縣市道	縣 162 甲	13.6
農嘉番 009	嘉義縣	番路鄉	鄉鎮區道	嘉 130	24.4
農嘉番 015	嘉義縣	番路鄉	鄉鎮區道	嘉 124	38.2
農嘉番 018	嘉義縣	番路鄉	鄉鎮區道	嘉 130	328.5
農嘉崎 224	嘉義縣	竹崎鄉	鄉鎮區道	嘉 123-1	37.8
農嘉崎 225	嘉義縣	竹崎鄉	鄉鎮區道	嘉 123-1	15.7
農嘉崎 231	嘉義縣	竹崎鄉	縣市道	縣 159 甲	22.4
農嘉梅 004	嘉義縣	梅山鄉	鄉鎮區道	嘉 152	799.7
...	...	...	...	...	...

資料來源：本研究製作，公路圖資比對採用交通部運輸研究所

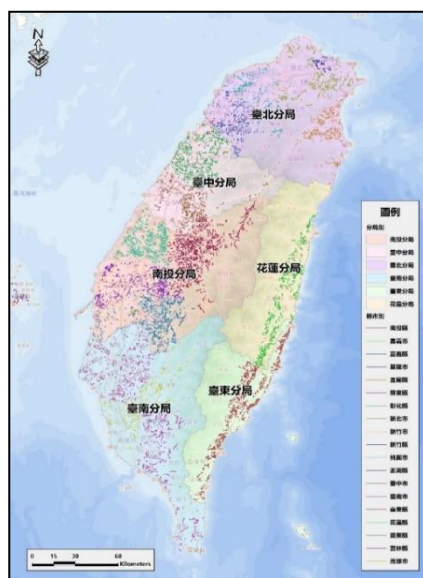
## 4.4原編號農路圖資耦合問題

本研究編號農路編修作業，原則上條數不予刪減，惟過程中發現原圖資有以下兩種情況，建議合併圖層，故總條數有所變動：

- 1.情況一：原編號農路圖層中，有8條農路被分為-1、-2，但兩兩幾乎相鄰，建議合併為8條(圖層)。
- 2.情況二：原編號農路圖層中，農東金203出現兩次，但屬於不同線型，建議合併為1條(圖層)。

## 4.5編號農路矯正成果

自民國88年至98年間，農委會水土保持局實施全臺農路調查及編碼工作，期能有效管理既有農路，藉以維護其效能。原始編號農路圖資為8,678條，全長約達12,857.0公里，本研究完成矯正後之編號農路為8,669條，全長約達11,625.4公里，矯正前後之編號農路圖資，如表9及表10所示，分布如圖19所示。由於樣本數量龐大，其長度、條數之比例已符合大數法則，雖仍待現地複核，但全數編號農路已更新至110年度。



資料來源：本研究製作

**圖19 矯正後編號農路圖資分布圖**



**表9 本研究矯正後編號農路之各縣市統計表**

分局	縣市	本研究編修後農路圖層	
		條數	長度(km)
臺北分局	臺北市	0	0
	新北市	278	610.5
	基隆市	37	84.7
	宜蘭縣	352	468.5
	桃園市	315	384.8
	新竹市	13	15.3
	新竹縣	400	494.5
	小計	1,395.0	2,058.3
臺中分局	苗栗縣	655	970.8
	臺中市	471	677.4
	小計	1,126	1,648.2
南投分局	彰化縣	791	797.0
	南投縣	839	1,738.6
	雲林縣	625	687.3
	嘉義縣	736	1,016.5
	嘉義市	22	18.3
	小計	3,013	4,257.7
臺南分局	臺南市	647	634.6
	高雄市	382	427.9
	屏東縣	400	500.3
	澎湖縣	91	95.1
	小計	1,520	1,657.9
臺東分局	臺東縣	794	1,133.5
花蓮分局	花蓮縣	821	869.8
總計		8,669	11,625.4

資料來源：本研究製作

**表10 編號農路矯正前後比對統計表**

分局	縣市	原始編號農路圖層		本研究編修後農路圖層	
		條數	長度(km)	條數	長度(km)
臺北分局	臺北市	0	0.0	0	0
	新北市	278	680.2	278	610.5
	基隆市	37	102.4	37	84.7
	宜蘭縣	352	538.7	352	468.5
	桃園市	315	445.7	315	384.8
	新竹市	13	16.3	13	15.3
	新竹縣	400	526.7	400	494.5
	小計	1,395	2,309.9	1,395.0	2,058.3
臺中分局	苗栗縣	655	1,069.3	655	970.8
	臺中市	471	783.2	471	677.4
	小計	1,126	1,852.4	1,126	1,648.2
南投分局	彰化縣	791	857.5	791	797.0
	南投縣	839	1,855.5	839	1,738.6
	雲林縣	625	744.5	625	687.3
	嘉義縣	736	1,089.3	736	1,016.5
	嘉義市	22	27.3	22	18.3
	小計	3,013	4,574.1	3,013	4,257.7
臺南分局	臺南市	647	725.4	647	634.6
	高雄市	382	465.3	382	427.9
	屏東縣	400	548.8	400	500.3
	澎湖縣	91	99.8	91	95.1
	小計	1,520	1,839.2	1,520	1,657.9
臺東分局	臺東縣	803	1,300.1	794	1,133.5
花蓮分局	花蓮縣	821	981.2	821	869.8
總計		8,678	12,857.0	8,669	11,625.4

資料來源：本研究製作

## 4.6 結論與建議

1. 編號農路圖資更新：自民國88年建置之98年完成已歷經十多年，本研究配合內政部最新道路圖資大幅矯正編號農路圖資，絕大多數路段已更新至110年度，實為一大突破。
2. 矯正成果：以內政部道路圖資編修編號農路圖資，經圖資矯正完成整併為8,669條、11,625公里。
3. 需確認路段：部分路段無法直接矯正計1,429公里，包含319條編號農路計161.4公里及2,769條編號農路部分路段計1268.1公里(佔編號農路總長約10.9%)，仍待未來現地勘查方能確認現況路型。
4. 現地複核：由於本研究工作以內業為主，故建議在圖資已完備之前提下應於現地勘查修正必要項目；若未來人力物力許可，全台編號農路路線仍需經現地踏勘較為確實。

## 誌謝

本研究為『110年坡地防災及維生通道路網圖資整合』研究計畫之部分成果，前揭計畫承蒙行政院農業委員會水土保持局經費支持，研究過程蒙水土保持局保育治理組黃組長振全、水庫保育科蔡科長明發及多位委員先進等不吝提供諸多指正與協助，謹致謝忱。

## 參考文獻

1. 土石流潛勢溪流劃設作業手冊，行政院農業委員會水土保持局，2016
2. 山區道路坡地災害防治技術整合研究，交通部運輸研究所，2008
3. 坡地防災及維生通道調查規劃及智慧路網建置，行政院農業委員會水土保持局，2019
4. 109年坡地防災及維生通道智慧路網精進，行政院農業委員會水土保持局，2020
5. 109年山坡地農路篩分與複核，行政院農業委員會水土保持局，2020
6. 110年坡地防災及維生通道路網圖資整合，行政院農業委員會水土保持局，2021
7. 內政部地政司地籍圖資系統，<https://easymap.land.moi.gov.tw/>，2021







## 利用土砂收支管理與數值沖淤模式進行野溪清疏成效評定-以高雄市桃源區拉庫斯溪為例

### Evaluation of the effectiveness of river dredging using sediment budget management and numerical scouring and siltation model-A case study of LaKuSher Creek in Taoyuan District, Kaohsiung City

林秉賢<sup>1</sup>、王浣雅<sup>2\*</sup>、傅桂霖<sup>3</sup>、蔡政修<sup>4</sup>、諸予涵<sup>5</sup>  
Bing-Shyan Lin<sup>1</sup>、Wan-Ya Wang<sup>2\*</sup>、Guei-Lin Fu<sup>3</sup>、Cheng-Hsiu Tasi<sup>4</sup>、Yu-Han Chu<sup>5</sup>

1.逢甲大學營建及防災研究中心 研究助理教授

2.逢甲大學營建及防災研究中心 助理研究員(通訊作者 E-mail:enya5218@gmail.com)

3.行政院農業委員會水土保持局臺南分局 分局長

4.行政院農業委員會水土保持局臺南分局 課長

5.行政院農業委員會水土保持局臺南分局 工程員

1. Research Assistant Professor, Construction and Disaster-Prevention Research Center, Feng Chia University

2. Research Assistant, Construction and Disaster-Prevention Research Center, Feng Chia University

3. Director, Tainan Branch, Soil and Water Conservation Bureau Council of Agriculture, Executive Yuan

4. Section Chief, Tainan Branch, Soil and Water Conservation Bureau Council of Agriculture, Executive Yuan

5. Assistant Engineer, Tainan Branch, Soil and Water Conservation Bureau Council of Agriculture, Executive Yuan

### 摘要

民國98年莫拉克風災後，荖濃溪地區為南部重要土砂災害區域，水土保持局臺南分局於此地區投入多次野溪清疏工程，為達防災目的，本研究利用無人載具航拍高屏河流域上游荖濃溪拉庫斯溪匯流口並測製地表數值模型(DSM)，透過多期影像進行土砂變遷判釋，並以CCHE1D一維土砂動床模式於匯流口重點災害斷面進行模擬，了解其底床變動情形，由民國109與110年災害事件模擬結果比對現場調查趨勢進行檢定與驗證，後續分析於重現期5、25及50年條件下，匯流口上下游之淤積趨勢，結果顯示當拉庫斯溪於重現期降雨事件發生時，平均淤積深度約為2-5公尺，建議定期於颱風、豪雨事件檢視本區域是否尚有足夠通洪斷面，以確保附近聚落之安全。

關鍵字：土砂沖淤趨勢、CCHE1D、野溪清疏工程、拉庫斯溪



## Abstract

After the Morakot typhoon disaster in 1998, the Law-Long River watershed was an important sediment disaster area in the south of Taiwan. The Tainan Branch of the Soil and Water Conservation Bureau invested in this area for several times of dredging projects. At the confluence of the La-Cus Creek in the upper reaches of the Law-Long River, the surface numerical model (DSM) was measured and the soil and sand changes were interpreted through multi-phase images, and the CCHE1D one-dimensional soil-sand moving bed model was used to simulate the key disaster sections of the confluence. The change of the bottom bed was verified and verified by comparing the simulation results of disaster events in 2020 and 2021 with the trend of on-site investigation. The subsequent analysis of the sedimentation trend of the upstream and downstream of the confluence under the conditions of the return period of 5, 25 and 50 years, the results It is shown that when the rainfall event occurs in La-Cus Creek during the return period, the average deposition depth is about 2-5 meters. It is recommended to regularly check whether there are sufficient flood sections in the area during typhoon and torrential rain events to ensure the safety of the nearby settlements.

**Key Word: Sediment erosion and deposition trends, CCHE1D, dredging works, La-Cus Creek**

### 一、前言

高屏河流域上游荖濃溪為臺灣南部土砂生產旺盛區域，更於莫拉克颱風及101年豪雨造成嚴重土砂災害，為水土保持局臺南分局列管之重點瓶頸區位，根據歷年現地調查結果，屬土砂淤積區域，易影響附近保全對象，因此，藉由歷年測量成果與歷史清疏工程回顧，配合一維土砂動床模式模擬成果，提供後續土砂控制與防災管理之參考依據。

### 二、研究區域土砂概況說明

拉庫斯溪集水區面積約6,177公頃，根據民國107年林務局崩塌地判釋結果，崩塌地面積約401公頃，崩塌率約6.49%，由拉庫斯溪下游復興聚落周邊歷史土砂收支變化量統計，

民國99年約8,640,566(m<sup>3</sup>)、民國102年1,089,644(m<sup>3</sup>)、民國105年1,798,518(m<sup>3</sup>)、民國107年2,431,834(m<sup>3</sup>)、此時民國99年河道平均淤積深度約28.898m、民國102年3.644m、民國105年6.015m、民國107年8.133m，因此，水土保持局臺南分局多年於此地區辦理清疏工程，使河道內之土砂有逐年遞減之趨勢，以減少上游土砂遞移導致復興段淤積土砂對保全對象的潛在影響。

此區域於民國99年至109年辦理清疏工程共計10次，總清疏土方量為1,253,661立方公尺，總經費共85,800千元，歷年清疏工程與水土保持治理工程如圖1。根據統計，拉庫斯溪主要清疏工程位於與主流荖濃溪之交匯口附近，分別於100-103年與105年進行清疏，

6次清疏總土方量約748,572立方公尺,另外,最近一期辦理清疏工程為109年「荖濃溪與拉庫斯溪匯流口清疏工程」,清疏土方量約248,089立方公尺

為有效控制土砂,林務局及高雄市政府於下游交匯口上游1.1km、1.6km及2.1km處施作防砂設施,利用地形與空間以有效抑制土砂下移。



圖1 拉庫斯溪清疏與水土保持治理工程分布

### 三、一維土砂動床模式建置

利用無人載具(UAV)拍攝影像並測製數值地表模型(DSM),透過多期影像進行地形差異分析,另以一維土砂動床模式(CCHE1D)分析主支流匯流口主要斷面之沖淤趨勢,模擬5、25與50年不同重現期降雨情境下之土砂變動趨勢,提出短、中、長期之策略研擬,作為日後防災與工程治理之參考,分析流程如圖2。

#### 3.1基本資料蒐集

包含雨量資料、數值地表模型、河道粒徑資料與河道斷面位置,其中,雨量資料採用三角形單位歷線進行降雨逕流轉換,以輸入模式;CCHE1D模型建置以數值地表模型

為基礎;河道斷面則作為模式檢定、驗證之依據,詳細資料如下。

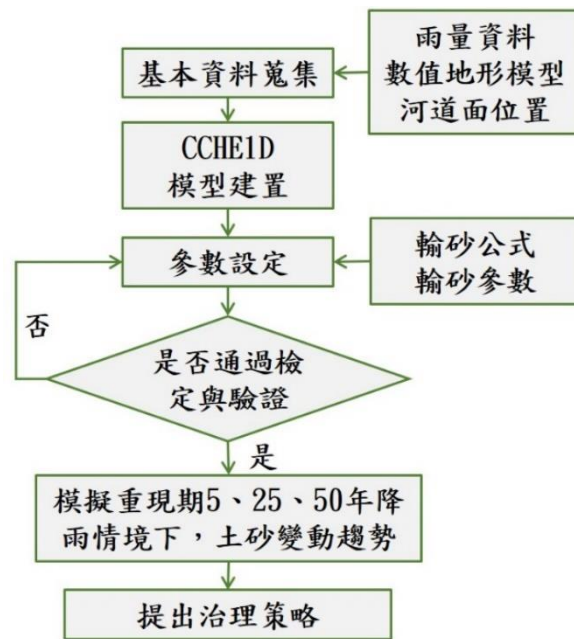


圖2 研究流程圖

#### 3.1.1雨量

本研究採用中央氣象局於高雄市桃源區復興里之復興測站(C0V210),蒐集民國84年至109年雨量資料進行頻率分析做為模擬重現期降雨之輸入條件,檢定、驗證降雨事件則分別採用民國109年最大降雨事件與民國110年0806豪雨事件。

#### 3.1.2數值地表模型

考量民國110年降雨豐沛、斷面變化甚大,選擇利用UAV製作地形資料作為一維水理分析之基礎,此方法快速且安全。本研究分別於110年3月、110年8月與110年10月以無人載具(UAV)拍攝影像並測製數值地表模型(DSM);拍攝範圍包含河段主流上下各500公尺與支流500公尺;拍攝精度地面相鄰影像重疊率(左右重疊)達60%以上,航線內相鄰影像重疊率(前後重疊)為70%,平面精度達0.02公尺以內,高程精度達0.03公尺。



### 3.1.3 河道斷面位置

以VBS-RTK測量技術搭配UAV正攝進行現地地形製作，本研究範圍重點災害區域之土砂斷面討論位置與其高程分布如下圖3。

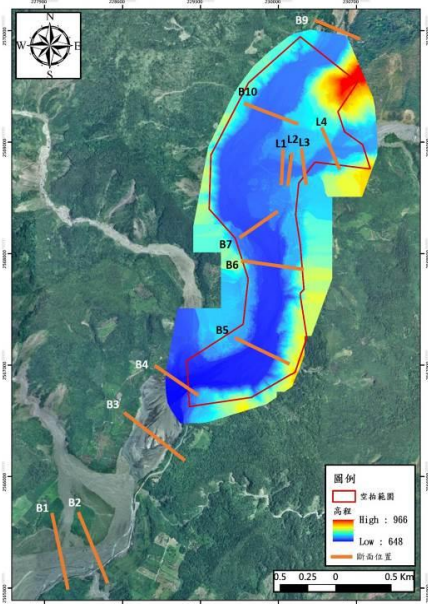


圖3 荖濃溪上游(清水溪至拉庫斯溪段) 觀測斷面與高程分布

## 3.2 CCHE1D模型建置

### 3.2.1 參數設定

模式內建四種河床質(含推移載及懸移載)輸砂公式，包含SEDTRA module、Wu, Wang and Jia、Modified Ackers and White、Modified Engelund and Hansen，其中採用參數包含推移質非平衡調適長度(Ls,b)、懸浮質非平衡調適長度(Ls,s)、沖瀉質非平衡調適長度(Ls,w)及混合層厚度( $\delta$  m)等。

### 3.2.2 模式合理性

CCHE1D模式經由檢定與驗證確認模式於該區域內採用參數之正確性，拉庫斯溪集水區保全對象主要為交匯口之復興橋與左岸

聚落，故本研究以斷面L1(如圖3)做為檢定、驗證之依據。

### 3.2.3 模擬5、25與50年不同重現期降雨情境之下土砂變動趨勢

為達防災之目的，以了解5、25與50年不同重現期降雨情境下集水區土砂變動趨勢，本研究藉由三角形單位歷線法推求5、25與50年洪峰流量輸入模式進行分析，如表1。

表1 模擬區域不同重現期流量

集水區名稱	重現期流量(cms)		
	5年	25年	50年
拉庫斯溪	979	1448	1642

### 3.2.4 土砂變動趨勢模擬結果展示

藉由數值模式結果得知本研究區域之河道輸砂量，配合土砂流失量、土壤沖蝕量、邊坡及河道泥砂遞移率與防砂量之計算分析，進行土砂收支管理，產砂分析成果如表2。

表2 產砂分析成果表

編號	土砂收支項目	單位	計算方式
(1)	坡面區(離岸)土砂流失量	萬m <sup>3</sup>	河岸水平距離150m外
(2)	溪谷區(近岸)土砂流失量	萬m <sup>3</sup>	河岸水平距離150m內
(3)	河道輸砂量	萬m <sup>3</sup>	數值模式結果
(4)	土壤沖蝕量	萬m <sup>3</sup>	(24小時MUSLE公式)
(5)	邊坡泥砂遞移率SDR	%	$SDRS = 249.14 * (A)^{-0.316}$
(6)	河道泥砂遞移率SDR	%	$SDRR = 126.22 * (A)^{-0.35} * (S^{0.22})$
(7)	土砂流失總量	萬m <sup>3</sup>	$((1)+(4))*(5)+(3)*(6)$
(8)	防砂量	萬m <sup>3</sup>	含防砂設施控制量及野溪清疏量
(9)	土砂收支量	萬m <sup>3</sup>	(7)-(8)
(10)	平均沖淤深度	m	(9)/河道長/河寬

## 四、成果分析

### 4.1 地形差異分析成果展示

民國110年期間，為方便快速掌握河道整體地形變動趨勢，透過UAV空拍，進行三期拍攝，拍攝時間分別為110/03/29、110/08/26

及110/10/27，正射影像製作地形(DSM)圖資。經第二次與第一次地形差異比較分析(汛期初發生前後)，歷經前半年的乾旱與0621豪雨事件、0731豪雨事件、0806豪雨事件及輕度盧碧颱風等，支流拉庫斯溪河道呈現淤積情形，兩側土砂堆置區因受水流冲刷產生冲刷；主流荖濃溪匯流口處上游呈現土砂淤積情形，左岸略有冲刷，下游至清水溪前，受到布塘布那斯溪本年度大量土砂冲刷擠壓荖濃溪主河道，導致土砂無法順利排出，致使主流泥砂回淤，甚至一度產生堰塞湖；拉庫斯溪與荖濃溪匯流口處兩期地形差異分析結果亦為淤積情形。拉庫斯溪中游因林上游務局及高雄市府利用水土保持局委辦經費設置共計四座梳子型防砂壩，有效控制多數來自上游新增之不安定土砂，受到6月及8月豪雨影響，雖然多數土砂被防砂設施控制，但大量逕流仍對本區段產生大量泥沙冲刷，更有局部土砂布設區被冲毀影響。兩次地形差異成果如圖4所示，雖然該區域範圍經兩期數值影像比較下，淤積土方量約50萬立方公尺，相較下游支流玉穗溪土石流來得少，但建議仍須持續辦理荖濃溪及拉庫斯溪主深槽疏通作業，以增加本區段其通洪量。

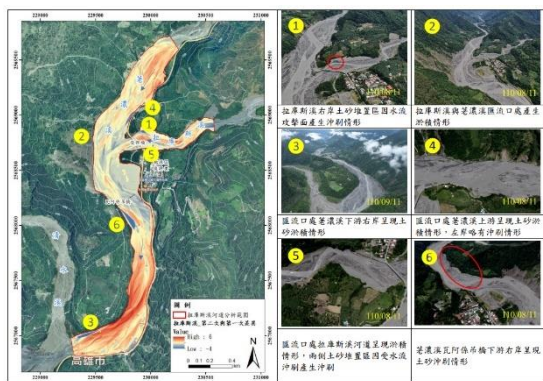


圖4 第一期與第二期地形差異分析

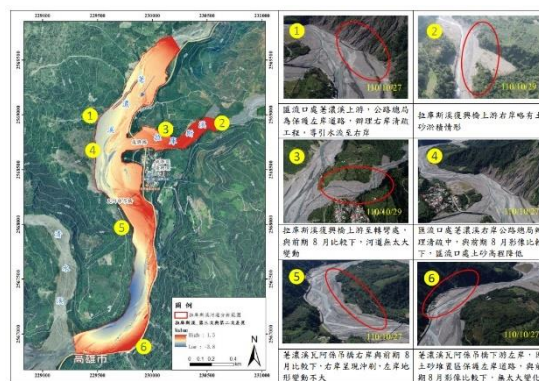


圖5 第二期與第三期地形差異分析

第三次與第二次地形差異分析期間，歷經輕度圓規颱風等。而匯流口處荖濃溪上下游500公尺，因公路總局為保護左岸道路，辦理右岸清疏工程，將上游水流導引至右岸，整體地形相較之下，匯流口處河道高程降低，也有助於拉庫斯溪逕流及土砂匯入荖濃溪；荖濃溪瓦阿係吊橋下游現況右岸呈現冲刷情形，左岸地形變動不大，助於保護左岸道路，但仍應持續觀察下游清水溪等支流匯入主河道情形；支流拉庫斯溪復興橋上游至轉彎處，與前期8月比較下，河道無太大變動。第三次與第二次UAV拍攝範圍之差異成果如圖5所示，該區域範圍經兩期數值影像比較下，冲刷土方量約37萬立方公尺。本區段清水溪與荖濃溪交匯口下游至0806豪雨所導致之玉穗溪土石流土砂淤積，歷經水利署七河局與公路總局緊急強疏通下，土砂逐漸下移，於110年度九月至十月份之間仍有大量降雨及圓規颱風影響，水流對於本河段仍產生大量的冲刷，透過UAV拍攝與RTK地形高程校正，相較八月底成果，原本淤積最高約5-6m，且該河段淤積量驚人，河幅甚大，流心擺盪冲刷，原本淤積土砂再度被帶走3-4m，使得原本清水溪匯流口以上區域淤積土砂獲得舒緩，人為清疏與水流冲刷作用共減少約13萬立方公尺。



整體而言，經三期影像比較分析下，該區段於荖濃溪及拉庫斯溪匯流口處，經公路總局辦理清疏工程後，溪床高程明顯降低，且將水流導引至右岸，有效保護左岸之道路。但因下游清水溪、布堂布那斯溪及玉穗溪等支流匯入之土砂量仍大，恐持續擠壓主河道，而造成上游河道開始淤積，因此，建議除定期辦理下游支流土砂清疏作業外，仍需持續辦理荖濃溪與拉庫斯溪清疏作業，增加荖濃溪本流其通洪量，並考量左岸省道台20道路之整體安全。

## 4.2 一維土砂動床模式成果展示

### 4.2.1 雨量

拉庫斯溪檢定與驗證降雨事件場次採中央氣象局復興站自動測站，採用民國109年最大降雨事件與民國110年0806豪雨事件，經降雨逕流轉換，其降雨逕流如圖6與圖7。

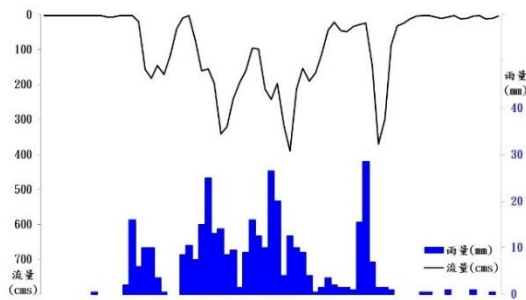


圖6 民國109年最大降雨事件降雨逕流歷線圖(109/05/21)

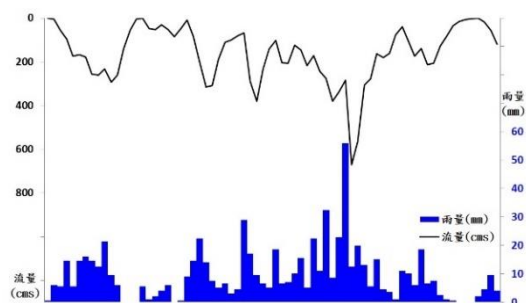


圖7 民國110年0806豪雨事件降雨逕流歷線圖(110/08/06)

### 4.2.2 模式相關設定

拉庫斯溪CCHE1D模式建置相關設定如表3，模式最佳參數如表4，其中河床糙度採參考明坑採樣，採用0.035，推移質輸砂公式經過不同公式模擬結果以SEDTRA module公式為最佳，調適長度考量本區段河道甚為筆直，經過測試後以0.0005計算方法誤差最小。

表3 模式的相關設定

項目	設定
時間間距	dt=0.3(min)
網格間距	前、後斷面間距150m，遇保全對象另補充斷面
初始條件	颱風前，河道已具初始流量(常流量)10cms
入流泥砂量	考量崩塌土體及細顆粒泥砂沖蝕懸浮與河道土砂輸移特性，參考土砂收支成果

表4 模式檢定設定輸砂公式與參數

項目	設定值	說明
輸砂公式	SEDTRA module	在CCHE1D可選擇之四種輸砂公式中，以SEDTRA module模擬結果之沖淤分布較為均勻，符合實測地形變化。
非平衡調適長度Ls,b (模式設定值1/Ls,b)	20,000 (0.0005)	若Ls,b太小，則呈現上游河段淤積多，下游淤積少之趨勢。
懸浮質非平衡調適長度Ls,s (α)	0.5	因懸浮質對造床作用影響較低，調整本項對河道整體之沖淤變化無明顯改變。
沖瀉質非平衡調適長度Ls,w	0	由於沖瀉質粒徑非常小，鮮少與河床發生交換作用，可忽略其影響，除模擬濁度變化，一般採0。
混合層厚度δm	0.1	調整本項對河道整體之沖淤分布變化無明顯改變。

### 4.2.3 模式檢定驗證結果

檢定作業以民國109年03月斷面模擬(如圖8)，斷面L1右岸因民國109年清疏工程深槽為人工行為，無法進行模擬檢定評估，故觀察實際受河道左轉彎影響，流心偏左岸模擬結果，符合該年03月現場淤積趨勢；驗證作業以民國110年03月空拍製作之地形進行模擬比對，結果如圖9，模擬結果可符合該年08月實際受到6月連續豪雨及0806颱風影響的河床土砂沖淤趨勢。

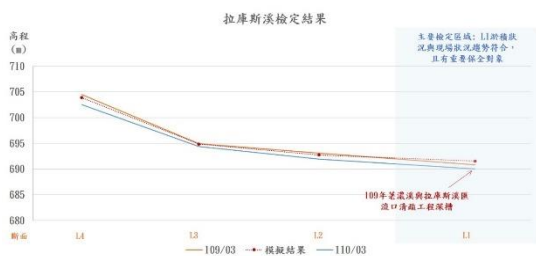


圖8 檢定結果(主深槽縱剖面)

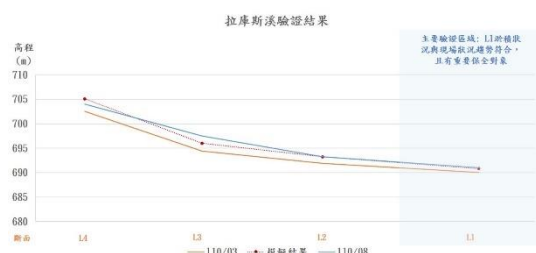


圖9 驗證結果(主深槽縱剖面)

## 4.2.4 不同重現期模擬結果分析

不同重現期降雨條件下集水區產砂分析結果如表5至表7，根據不同重現期降雨分析結果顯示拉庫斯溪河道目前整體尚處淤積趨勢，主要土砂淤積於河道上游，其中5年重現期土砂淤積平均深度約為2.36公尺，25年重現期土砂淤平均淤積深度約為4.11公尺；50年重現期土砂淤積平均深度約為5.08公尺。

CCHE1D模擬不同重現期降雨情境下拉庫斯溪下游復興聚落保全對象斷面(L1-L4)結果如圖10，由結果可知，經過5年及25年重現期沖淤高程變化之檢視，並無發生河道溢淹情形，但於斷面L1至L4均呈現淤積趨勢。模擬最大淤積深度(重現期50年)與現況斷面左岸護岸高度相差小於3公尺。為預防更大洪水事件發生，且考量目前本區段仍持續淤積，建議拉庫斯溪下游復興聚落段應落實減災(定時野溪清疏)與備災(重機械待命與聚落防災撤離)行動，以避免災害重蹈覆轍。另外，上游三座防砂設施應定時恢復足夠貯砂空間，

否則可能對復興聚落造成危害，各斷面現場狀況如圖11至圖14。

表5 5年重現期產砂分析成果表

編號	土砂收支項目	數值	單位
(1)	坡面區(離岸)土砂流失量	409.26	萬m <sup>3</sup>
(2)	溪谷區(近岸)土砂流失量	99.78	萬m <sup>3</sup>
(3)	河道輸砂量	105.47	萬m <sup>3</sup>
(4)	土壤沖蝕量	162.88	萬m <sup>3</sup>
(5)	邊坡泥砂遞移率SDR	67.69	%
(6)	河道泥砂遞移率SDR	42.47	%
(7)	土砂流失總量	423.89	萬m <sup>3</sup>
(8)	防砂量	26.03	萬m <sup>3</sup>
(9)	土砂收支量	397.86	萬m <sup>3</sup>
(10)	平均沖淤深度	2.36	m

表6 25年重現期產砂分析成果表

編號	土砂收支項目	數值	單位
(1)	坡面區(離岸)土砂流失量	409.26	萬m <sup>3</sup>
(2)	溪谷區(近岸)土砂流失量	99.78	萬m <sup>3</sup>
(3)	河道輸砂量	145.68	萬m <sup>3</sup>
(4)	土壤沖蝕量	424.69	萬m <sup>3</sup>
(5)	邊坡泥砂遞移率SDR	67.69	%
(6)	河道泥砂遞移率SDR	42.47	%
(7)	土砂流失總量	685.69	萬m <sup>3</sup>
(8)	防砂量	26.03	萬m <sup>3</sup>
(9)	土砂收支量	659.66	萬m <sup>3</sup>
(10)	平均沖淤深度	4.11	m

表7 50年重現期產砂分析成果表

編號	土砂收支項目	數值	單位
(1)	坡面區(離岸)土砂流失量	409.26	萬m <sup>3</sup>
(2)	溪谷區(近岸)土砂流失量	99.78	萬m <sup>3</sup>
(3)	河道輸砂量	161.97	萬m <sup>3</sup>
(4)	土壤沖蝕量	569.85	萬m <sup>3</sup>
(5)	邊坡泥砂遞移率SDR	67.69	%
(6)	河道泥砂遞移率SDR	42.47	%
(7)	土砂流失總量	830.86	萬m <sup>3</sup>
(8)	防砂量	26.03	萬m <sup>3</sup>
(9)	土砂收支量	804.83	萬m <sup>3</sup>
(10)	平均沖淤深度	5.08	m

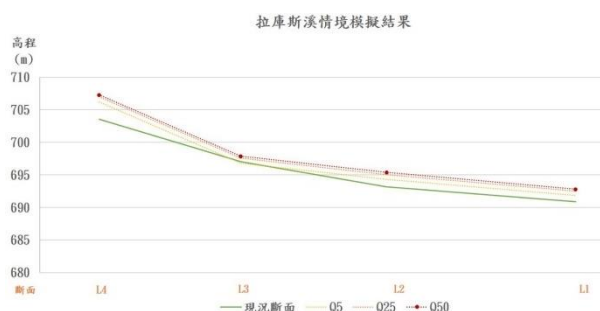


圖10 各重現期溪床沖刷模擬結果主深槽縱剖面高程變化



圖11 斷面L1現場狀況



圖12 斷面L2現場狀況



圖13 斷面L3現場狀況



圖14 斷面L4現場狀況

## 4.3 集水區因應對策

### 4.3.1 短期 (約0.5~1年內)

應先針對目前通洪能力不足之拉庫斯溪進行治理，近拉庫斯溪與荖濃溪主流匯流口之斷面，雖然已完成108年度之「荖濃溪與拉庫斯溪匯流口清疏工程」，但民國110年受到六月及0806豪雨影響，上游土砂明顯下移，造成下游淤積，土石淤積高度離左岸護岸最小高度不足2公尺，如圖15。上游連續三座可調防砂壩於汛期間雖可以發揮大量控制土砂之功能，但民國110年10月豪雨後，仍然發現有大量土砂冲刷下移，整體坡降提高至3%以

上。經本團隊檢視現況防砂設施，皆處於滿狀態，為有效預防下游河段再次淤高，建議優先辦理上游緊急清疏，深度應至少跟壩體高度一致(4.5公尺以上)，長度約2.2公里，藉此增加土砂防治空間，以達保護下游保全對象之目的。

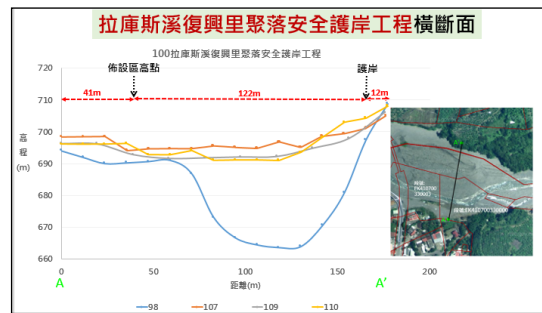


圖15 拉庫斯溪左岸護岸98-110年高程變化



圖16 拉庫斯溪與荖濃溪匯流口至水利局防砂壩清疏工程示意圖



圖17 拉庫斯溪水利局第三座防砂壩上下游清疏工程示意圖

參考以上分析結果、保全對象位置與編列經費，水土保持局於民國111年核定本河段



清疏工程，將辦理「拉庫斯溪與荖濃溪匯流口至水利局防砂壩清疏工程」與「拉庫斯溪水利局第三座防砂壩上下游清疏工程」兩件工程，核定清疏土方量分別為240,000與200,000立方公尺，預計可恢復主河道寬約50至60公尺，深約3至5公尺之通洪斷面，工程初步設計示意圖如圖15、圖16。

### 4.3.2中期（約1~5年）

由於荖濃溪集水區之復興、拉庫斯溪及多納子集水區上游仍有多處崩塌地，建議於L4斷面附近可再興建治理工程以降低土砂下移，如可調式防砂壩、系列防砂設施、護坡措施等，亦針對崩塌地進行崩塌地處理、坑溝整治、坡面保護工及縱橫向排水等，但本集水區上游有多處崩塌地屬於林班地範圍，非屬水保局權責範圍，故可協調林務局建置防砂設施，並且搭配河道整理，抑制坡面土砂流失帶往河道下游，造成下游土砂淤積。

另外，因拉庫斯溪集水區下游復興里段及玉穗溪匯流口至拉庫斯溪匯流口土砂逐漸淤積，應持續辦理清疏工程，其中拉庫斯溪匯流口上下游目前淤積量非常大，深度至少相較民國108年高出5至6公尺，重現期五年之流量所產生的淤積量相當大，此段需安排預防性清疏工程，估計約2-3年才能將殘存土砂清疏完成，針對拉庫斯溪上游土砂多集中在中上游河段之問題，建議興建防砂設施等控制上游來砂量。

除了工程手段外，建議針對清疏案件進行專案管理並於各災害地點進行清疏工程需求評估，持續藉由現場勘查、災前災後航測或衛星影像等圖資之輔助及專案管理計畫之執行，辦理清疏相關工作。

### 4.3.3長期（約5~10年）

考量上游土砂被防砂設施有效控制時，河道泥砂下移量有限，整體河道將呈現冲刷趨勢，此時，既有左岸護岸基礎與復興橋橋墩成為重要的控制條件，尤其復興橋橋墩安全更是冲刷過程中需被重視的。

針對集水區零星沖淤及河岸崩塌問題，若整體河道已趨於穩定，應採取以集水區為目標之水土保持策略，加強集水區坡地保育措施，例如河岸崩塌處理與控制、改善局部河段通洪能力、加強構造物維護措施，以提高其使用壽命；若經觀察發現河道發生冲刷情形，則需強化局部冲刷河段之抗沖能力，及加強集水區水土保育措施，提高保土蓄水機能。另外，拉庫斯溪預估土砂殘存量清除完畢後，需於發生5年重現期降雨事件後，重新檢視復興部落段是否受上游土砂淤積造成通洪能力不足問題，並進行預防性清疏。

## 五、結論與建議

### 5.1結論

- 1.本研究利用無人載具(UAV)拍攝影像並測製地表數值模型(DSM)之產品進行地形差異分析，可了解集水區土砂變化趨勢，並將DSM作為一維土砂動床模式分析之輸入條件，可有效精準分析不同重現期之溪床沖淤變化。
- 2.根據一維土砂動床模式各重現期模擬結果，本研究區域5年重現期土砂淤積平均深度約為2.36公尺，25年重現期土砂淤積平均深度約為4.11公尺；50年重現期土砂淤積平均深度約為5.08公尺。



## 5.2 建議

經分析與現場調查評估，拉庫斯溪下游短期內建議優先辦理上游緊急清疏，中期建議興建治理工程以降低土砂下移，長期則應採取以集水區為目標之水土保持策略，加強集水區坡地保育措施，並針對重點災害區段定期進行河道土砂沖淤情形檢視。

## 六、參考文獻

1. DA Vieira, Weiming Wu(2002), CCHE1D Version 3.0 的 Model Capabilities and Applications
2. Weiming Wu, M.ASCE1, Dalmo A. Vieira2, Sam S. Y. Wang, F.ASCE(2004), One-Dimensional Numerical Model for Nonuniform Sediment Transport under Unsteady Flows in Channel Networks
3. 臺南分局轄區野溪土砂沖淤趨勢研究臺南分局轄區野溪土砂保育需求管理及綠化調適策略成效檢討，行政院農業委員會水土保持局臺南分局，2019。
4. 臺南分局轄區野溪土砂保育需求管理及綠化調適策略成效檢討，行政院農業委員會水土保持局臺南分局，2018。



## 臺北市水土保持計畫科技管理運用之成效

### The Achievement of Technology Management in Soil and Water Conservation Plan in Taipei City

沈漢國<sup>1</sup>、曾慶九<sup>2</sup>、方韻喬<sup>3</sup>、池蘭生<sup>4</sup>

Han-Guo Shen<sup>1</sup>、Cing-Jiou Zeng<sup>2</sup>、Yun-Chiao Fang<sup>3</sup>、Lan-Sheng Chin<sup>4</sup>

1. 臺北市政府工務局大地工程處幫工程司
2. 臺北市政府工務局大地工程處正工程司
3. 臺北市政府工務局大地工程處股長
4. 臺北市政府工務局大地工程處處長

1. Geotechnical Engineering Office, Public Works Department, Taipei City Government  
Assistant Engineer
2. Geotechnical Engineering Office, Public Works Department, Taipei City Government  
Engineer
3. Geotechnical Engineering Office, Public Works Department, Taipei City Government  
Sub-section Chief
4. Geotechnical Engineering Office, Public Works Department, Taipei City Government  
Director

#### 摘要

面對數位化的時代演進，臺北市政府自107年打造「臺北市水土保持申請書件管理平台」及空間地理資訊平台，提供全面e化及無紙化的水土保持線上申辦服務，並輔以航空照相機施工檢查，建立完整的計畫審查及施工品管制度。經分析自104年起至110年止，臺北市政府實施科技管理後的內部及外部成效，水土保持計畫平均審查天數下降60.12%、公文量下降44.51%及施工違規處分案件數量下降81.82%，顯著提升工作效率及服務品質，未來將持續推廣施政作為，提供全國更多民眾體驗優質水土保持服務。

**關鍵字：**水土保持計畫、科技管理、航空照相機

#### Abstract

For the advance on digital management, Taipei City Government built an internet platform for the management of soil and water conservation applications and provided an online and paperless service in 2018. With the application of aerial camera, this document management platform successfully and comprehensively promoted the effectiveness of the review of soil and water conservation plan and the supervision of construction. By analyzing the internal and external information collected from 2015 to 2021, the Taipei City Government concluded the increase of efficiency of the technological management including that the review time for soil and water



conservation plans was decreased by 60.12%, the number of official documents was decreased by 44.51%, and the case number of construction violation was decreased by 81.82% after the official seal of the online service. Therefore, this document management platform significantly enhanced work efficiency and service quality. In the future, Taipei City Government plans to share this technological management system with other cities to provide efficient services for our citizen.

**Key Word : soil and water conservation plan, technology management, aerial camera**

## 一、緒論

### 1.1 研究背景

臺北市山坡地1萬5千公頃，佔全市面積55%，因屬盆地地形且地狹人稠，平地與山坡地之間沒有足夠緩衝帶，加上山坡地形地質特性，環境相對敏感，易有山崩、地滑及土石流等天然災害發生，因此於山坡地開發前應謹慎調查現場環境及地質，依相關法規及技術規範檢算檢討，以提升開發安全，降低災害風險。另外針對現場施工品質的監督管理，除事先規劃機具動線及臨時防災設施，落實按圖施工，也是重要的理念，使山坡地開發更為完善安全。

### 1.2 研究動機

早年水土保持計畫常因承辦技師熟稔度或審查委員意見未整合等，致審查時效冗長而為人詬病，另外以紙本保存，易有遺失、破損、老化及佔據空間等缺點，縱有檔案管理制度，紙本資料調閱也曠日廢時，民眾調閱自家檔案，還需支付費用，徒增民眾困擾及行政機關負擔。

現場的施工品質管理，臺北市除委託專業技師公會監督檢查外，山坡地受到地形限制，傳統人員檢查之方式難免會有死角，無法全面掌控現場施工情形，進而造成設施偏移、越界施工等違規情形發生，後續改正除

增加工程經費、減緩工進等影響外，也拉長山坡地開發時程，增加災害發生的機率及風險。

另外臺北市已完工的水土保持計畫案件目前約1000件，建案完工後由建商轉交給住戶或管理委員會，但相關水土保持設施維護管理的方式常未交接清楚，也不像手錶或車輛等商品會提供良好的維修保固等售後服務機制，後續接手的住戶或管理委員會無專業能力處理功能逐年下降的水土保持設施，致居住安全隱憂。

### 1.3 研究目的

為解決上述問題，臺北市政府打造水土保持計畫全生命週期的「臺北市水土保持申請書件管理平台」，從受理申請、審查、施工一直到完工後自主維護紀錄，完整履歷保存，並提供民眾全線上申報及查看，另外建置T-GEO空間地理資訊平台，於水土保持計畫施工時輔以GPS定位之無人飛行載具空拍影像套疊水土保持圖說，提供現場人員、監造技師及檢查公會線上查看，即時比對圖說，調整偏差設施位置。藉由此e化系統提升市府行政透明及公開，並建立水土保持計畫審查及施工檢查品質管理制度，統一檢查標準，落實督導查核，確保山坡地開發品質，本研究爰針對相關管理作為，探討研究方法，並分析執行成效。

## 二、研究方法

### 2.1 水土保持管理特性要因分析

本案運用特性要因分析圖，將水土保持管理重點分類為申請流程、現場情形、文書管理及法規解釋等四大要因分類，再針對各次要因提出具體改善作為，後續陸續說明各要因實際作為。

### 2.2 水土保持計畫申請流程精進

建置「水土保持申請書件管理平台」，以全面線上化處理取代傳統紙本遞交計畫書件方式，提供有申請需求的民眾及從業人員線上辦理各式業務、線上填登各類表單，打造

完整計畫履歷。並配合建置「臺北市山坡地保育利用資訊查詢系統」，線上公開全臺北市歷年來的水土保持計畫，以書籤方式呈現計畫受理、審查、施工及完工等水土保持全生命週期資訊，並提供即時查詢服務，方便民眾查閱，只要鍵入每筆土地地號資料，除了水土保持計畫案件履歷外，還可一覽山坡地範圍、水土保持申請、違規紀錄、山坡地土地可利用限度查定結果、特定水土保持區、水庫集水區範圍、林地範圍等資訊，並納入內政部「陽明山國家公園範圍」、經濟部「地質敏感區」及行政院農業委員會「保安林範圍」等其他中央主管轄管資訊，讓水土保持相關資訊公開透明。

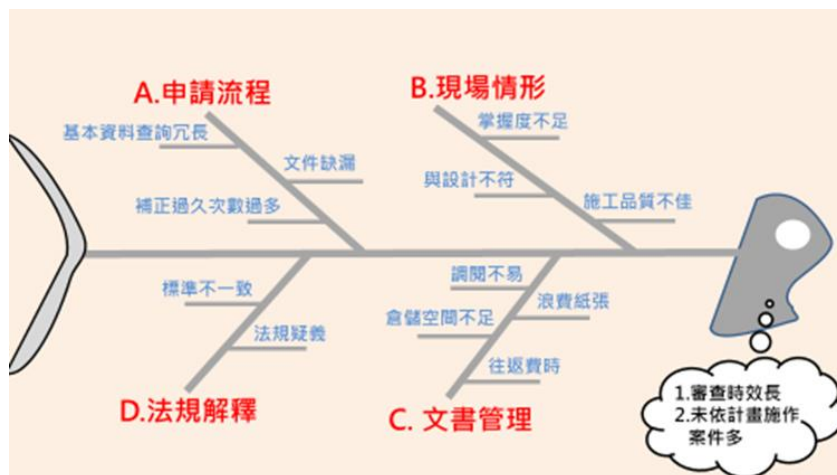


圖1 特性要因分析圖-水土保持管理問題分析

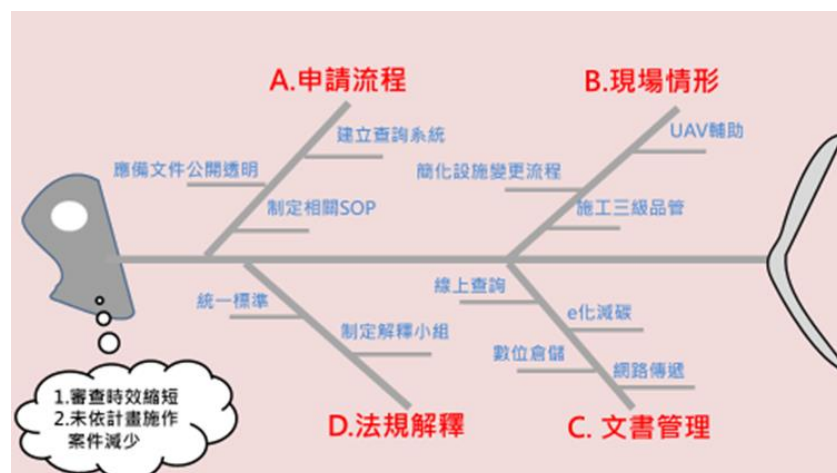


圖2 特性要因分析圖-水土保持管理檢討改善



圖3 臺北市山坡地保育利用資訊系統提供坡地基本資料查詢



圖4 T-GEO空間地理資訊平台彙整圖資

另也建置「T-GEO空間地理資訊平台」，彙整各式圖資，如地質敏感區、陽明山國家公園範圍、野生動物保護區、自來水水質水量保護區、沿海一般保護區、沿海自然保護區等，也介接臺北市政府都市發展局所揭露歷史圖資展示系統的地形圖及航照圖以及書件平台水土保持案件，在平台上將水土保持所需圖資一覽無遺，未來還會陸續增加。

另外配合制定水土保持計畫審核標準作業流程、審查查核表及編修申請參考手冊，用以揭露審核標準、各階段應備文件，並透過核定後抽查機制，邀請義務人、技師、建築師、施工單位、審查公會代表及臺北市水

土保持服務團，個案分析水土保持計畫設計優缺點，並將回饋分析結果，納入水土保持計畫審查查核表滾動式修正，使後續的申請案件能不斷精進。



圖5 臺北市水土保持申請參考手冊及揭露審核標準

## 2.3 水土保持三級品質管理制度

臺北市府制定水土保持施工案件檢查標準作業流程及三級品質管理制度，要求監造技師依計畫監造，每周上傳監造紀錄。另也由專業技師公會辦理施工監督檢查作業，於汛期期間每月抽查1次，非汛期期間則隔月抽查，並可線上填登監督檢查紀錄。主管機關則定期督導抽查監督檢查作業，隨同專業技師公會現場確認，保證施工品質及統一檢查標準，並針對工期過長、防災整備有缺失案件加強抽查。

另定期辦理水土保持計畫教育訓練，邀請義務人、技師、建築師及施工單位集思研討，避免設計不合理或與建築設計發生衝突等情形發生，並提前確認工法、工序及施工注意事項。

為因應現場情形及防災應變，發揮技師專業，更建立制度授權監造技師即時調整臨

時防災設施及土方暫置位置，並將調整事項載明於監造紀錄表，下次施工檢查報請檢察委員確認，簡化報備流程。

## 2.4 施工案件運用科技無接觸管理

水土保持設施圖說使用 VBS-RTK (即時動態定位技術)設備進行測量及放樣，以座標方式進行點位量測，並運用無人飛行載具 (Unmanned Aerial Vehicle, 縮寫: UAV) 空拍影像與工程圖說結合，以T-GEO空間地理資訊平台展示套繪成果，輔助現場施工檢查，有別於傳統的人力地面巡檢，UAV有著不受地形、地物阻隔及交通限制的特性，在人員難以檢查或者工程基地面積較大的地方，透過空中俯瞰的優勢能大面積的紀錄，大幅減少施工檢查的死角，此外其即時及快速取樣之非接觸性探測特性，有著便利且全面的優勢，可確認施工是否有偏差，並即時回報現場施工修正。



圖6 水土保持施工檢查三級品質管理制度



圖7 定期邀請義務人、技師、建築師及施工單位參與教育訓練，疫情期間採線上視訊



圖 8 空拍影像套疊水土保持圖說檢查成果

## 2.5 文書管理 e 化精進

水土保持申請書件管理平台，提供上傳書件及資訊查詢功能，隨時都可查看申辦進度、瀏覽審查意見，下載核定水土保持計畫電子檔，免除公文往返等待之苦，透過系統計算時效，到期前自動發送簡訊、email 提醒避免逾期，另外電子簽章功能也免除技師及審查單位反覆蓋印、簽名，節能減碳、減少人力消耗，大幅提升行政效率。

### GEO 臺北市水土保持申請書件管理平台



圖 9 水土保持申請書件管理平台即時圖像化本市申請案件進度

GEO 水土保持申請書件管理平台	
防災事件通知	
基本資料	
流水號	DE109010001
通知事件	颱風豪雨設施自主檢查表
案件狀態	施工中
通知統計	發送總數: 79 已發出: 53 已發傳真: 53 審核中: 0
通知對象	圖則人 監造技師
通知管道	電子郵件
審核名稱	109年豪雨設施自主檢查表
通知內容	臺北市政府工務局大地工程處 為提醒圖則人及監造技師，為因應即將到來的颱風豪雨，請於今日下午4時前，將「颱風豪雨設施自主檢查表」填妥後，上傳至「臺北市水土保持申請書件管理平台」，俾便本局彙整後，逕寄各管區地政事務所，以備彙報備查。如有任何疑問，請洽本處。
未送出	
申請案編號	TT9910904007
案件名稱	臺北市分區區界地籍補正工程招標
圖則人	第一地政科 林
監造技師	林
申請日期	

圖 10 即時通知確認監造技師填登颱風豪雨設施自主檢查表情形

GEO 水土保持申請書件管理平台	
臺北市山坡地水土保持設施安全自主檢查表	
安全自主檢查表編號	QA011105000109
項次編號	(範圍: 250)
水保設施編號	
檢查日期	(範圍: 2020-01-02)
社區(段)地址	(範圍: 110臺北市信義區松德路500號3樓) 0/100
水土保持圖則人	(範圍: 王小明) 0/100
製表人	(範圍: 王小明) 0/100
製表地址	(範圍: 110臺北市信義區松德路500號3樓) 0/100

圖 11 線上填登水土保持設施安全自主檢查表



## 2.6 水土保持法令務實探討

臺北市成立「臺北市山坡地水土保持工程管理討論會議」，由臺北市政府工務局大地工程處長官為當然委員，並邀請臺北市四大技師公會推薦代表及臺北市水土保持服務團幹部組成，定期召開會議討論中央及地方法規不明確之處，並重新檢討各項標準作業流程，陸續制定水土保持計畫審核標準作業流程、水土保持計畫施工案件檢查標準作業流程、水土保持計畫失效重新核定原則等相關規定，為法規疑義之處進行解釋。另也針對水土保持計畫監造技師未依實簽證或其他違規情節重大者，依法移送行政院公共工程委員會檢討懲戒，確實督促監造技師善盡責任。

### 三、精進成果

本案各方案自105年逐步執行以來，水土保持計畫平均審查天數自104年平均168天，下降至109年平均67天，降幅60.12%(其中110年受到COVID-19疫情提升至三級警戒影響，平均審查天數略為上升)，相關公文量也自104年的6,973件，大幅下降至110年的3,869件，降幅44.51%，就公文減量及紙張減量均有顯著成果。本案運用特性要因分析圖，將水土保持管理重點分類為申請流程、現場情形、文書管理及法規解釋等四大要因分類，再針對各次要因提出具體改善作為，後續陸續說明各要因實際作為。

表1 104年至110年間水土保持計畫審查天數

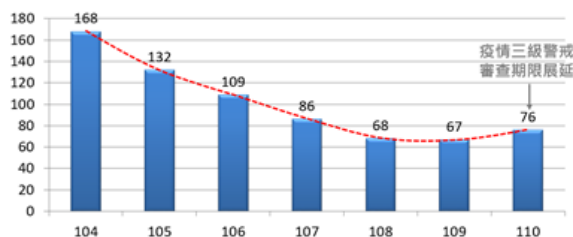
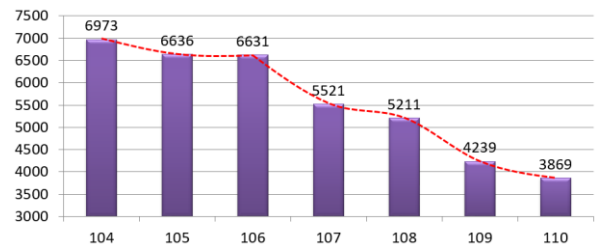
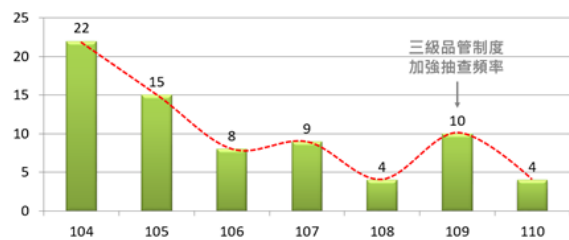


表2 104年至110年間水土保持相關公文件數



臺北市自105年辦理水土保持安全維護教育訓練，施工廠商未依核定計畫施作處分案件量自22件大幅下降至10件以內，加以110年水土保持三級品質管理制度更臻完備，年處分案件下降至4件，降幅88.82%，成效顯著。

表3 104年至110年間未依水土保持計畫施工而遭處分案件數



### 四、結論建議與展望

#### 4.1 水土保持管理獲得肯定

臺北市在水土保持計畫審查及施工管理上的強化品質，全面公開水土保持計畫及相關紀錄，提供民眾線上瀏覽，並運用無人機協助施工檢查，利用更廣的視角、更高的精度掌握水土保持工程品質，臺北市政府自104年起至110年止，7年間6度獲得坡地金育獎直轄市組第一名佳績，受到中央主管機關、水土保持相關學系教授及相關從業技師公會幹部的高度肯定，走出坡地管理的新方向。

無人機運用在水土保持施工管理的創意，臺北市政府工務局大地工程處110年參加交通部運輸研究所舉辦的領航盃-無人機創意

應用大賽，在大賽中分享執行業務時所遭遇之問題情境、無人機導入應用成果及後續精進規劃，大地工程處團隊在大賽中脫穎而出，榮獲優選佳績，無人機應用於工程管理未來可期。



圖 12 110 年度坡地金育獎頒獎典禮



圖 13 臺北市榮獲 110 年領航盃-無人機創意應用大賽優選



圖 14 桃園市水土保持計畫申請平台

## 4.2 預期未來擴散至全國各縣市政府

e化共享是臺北市政府的重要政策，臺北市政府工務局大地工程處為推動資訊系統共享，於109年建立開源共享專案，運用國際軟體原始碼代管服務平台（GitHub）及自由開源軟體授權條款（Affero General Public License 3.0），無償提供國內外各領域人士下載運用。為了推廣e化管理措施，臺北市政府也主動接洽新北市政府、桃園市政府、新竹市政府、宜蘭縣政府、臺東縣政府及基隆市政府等北部及東部地方政府，洽談水土保持申請書件管理平台輔導事宜，並每年訪談專業技師公會、學校及水土保持相關社團法人等協作單位10場以上，推廣水土保持管理平台新功能，桃園市政府水務局也利用水土保持管理平台系統源碼，成功打造專屬「桃園市水土保持計畫申請平台」，於111年1月正式開放使用，達成首例成功合作案例，共同提升對人民的服務品質。

## 水土保持局線上技術短講分享

### 以集水區崩塌長期演化談水土保持關鍵治理區位

#### Selection of the important remediation subwatersheds based on the long-term landslide evolution

逢甲大學水利工程與資源保育學系 吳俊鉉 副教授

#### 摘要

本研究主要分析經歷極端降雨事件誘發大量崩塌的集水區，在極端降雨事件後幾年的崩塌率演變情況。極端降雨事件的後幾年，在降雨條件已經不若極端降雨如此強烈情況下，多數的子集水區崩塌都可逐漸復育，但仍有部分子集水區的崩塌個數與崩塌率會攀升。本研究主軸即為探討這些子集水區崩塌率攀升的主因、子集水區分佈的位置跟崩塌的特性。

本研究以741集水區為初步研究單元，並以極端降雨事件後的5年平均崩塌率來代表該集水區在極端降雨事件後的崩塌率變化趨勢，並藉此篩選崩塌難以復育的子集水區位置。以全台741集水區而言，極端事件過後5年平均崩塌率大於5%中有38處出現攀升趨勢(隘寮溪8處、旗山溪4處、荖濃溪11處)，本研究從此38處挑選出10處進行細部分析，包含隘寮溪4處(子集水區編號為2103001、2103002、2103003、2103007)，旗山溪2處(子集水區編號2101003、2101008)和荖濃溪4處(子集水區編號為2102019、2102023、2102026、2102028)。以此10處子集水區而言，其極端降雨事件即為2009年莫拉克颱風，10處子集水區在2009年至2015年的崩塌率都未低於3%，代表這10處子集水區都屬於崩塌率超過3%的高密度崩塌區。本研究對10處子集水區進行崩塌地地形位置分析及非累積崩塌面積與頻率分析，由分析結果都顯示在2010年至2015年於10處子集水區出現的崩塌多半都位於坡腳處，且崩塌特性包含難以復育大面積崩塌與小面積崩塌分布趨於密集，經本研究判斷應以位於蜿蜒河段、主流交匯河段的河岸崩塌為主。

本研究也擬定關鍵子集水區的治理策略，本研究認為在極端降雨事件當年誘發的崩塌是難以預測，且治理工程是以善後為主，但在極端降雨事件的後幾年，治理工程需朝向降低過往崩塌產生大量土砂所衍生的災害為主，可能發生衍生災害的位置跟原因都可被預測，本研究認為主因即為在具有高密度崩塌的子集水區，過多土砂量進入河道，在河道無法負荷情況下，河川發生蜿蜒並誘發更多河岸崩塌產生，若僅靠河道逐漸消化，則可能需要甚長時間才能讓集水區崩塌逐漸走向復育。本研究提出的治理策略有四，包含掌握高密度崩塌子集水區的分佈及土砂產量、降低大量崩塌產出土砂對河川之長遠影響、針對主流河段、大規模崩塌土砂產生區、高密度子集水區、河川源頭崩塌都提出對應的治理策略，並也建議可從特定水土保持區著手治理這些難以復育的子集水區。

**關鍵字：**高密度崩塌區、極端降雨、河川型態變遷

**精選內容：**



## 劃設特定水保區相關法規及要求

**水土保持法第3-5條：「特定水土保持區：係指經中央或直轄市主管機關劃定亟需加強實施水土保持之處理與維護之地區。」**

第十六條 下列地區，應劃定為特定水土保持區：  
 一、水庫集水區。  
 二、主要河川集水區特別保護者。  
 三、海岸、湖泊沿岸、水滸兩岸特別保護者。  
 四、沙丘地、沙灘等風蝕嚴重者。  
 五、山坡地坡度陡峭，具有公共安全之虞者。  
 六、其他對水土保持有嚴重影響者。

前項特定水土保持區，應由中央或直轄市主管機關設置指定管理機關管理之。

年份	總數	水庫集水區	崩塌	土石流
103	72	2	24	46
104	74	2	24	47
105	71	2	23	46
106	68	2	24	42
107	66	2	24	40
108	65	2	24	39
109	62	2	23	37
110	54	2	16	36

目前依據法規所劃定的特定水保區僅有三種，尚未被啟動的法規共有四款。

## 以水庫集水區為單位劃設特定水保區的困境

民國89年5月25日：經濟部水利處提議將白河及烏山頭水庫集水區劃為特定水土保持區。

因為影響範圍過大，中央與地方單位無法真正執行。歷屆縣市首長、地方政府跟當地民眾都持反對。

環保團體基於台灣在近年土砂災害頻繁，更應積極以法令保育台灣山坡地，因此也要求中央主管機關應該基於水土保持法第16條第1款，將若干水庫集水區都劃設為特定水土保持區

## 崩塌演化都討論些什麼？(僅列舉本研究相關)

各年度崩塌與地貌因子關係

崩塌面積縮減曲線

新舊崩塌地比對分析

崩塌活躍性評估

## 曾文水庫集水區已復育、尚未復育及新崩塌

年份	已復育		未復育		新崩塌	
	面積 (km²)	百分比 (%)	面積 (km²)	百分比 (%)	面積 (km²)	百分比 (%)
2010	8.8	64.4	5.0	36.9	2.1	15.6
2011	11.1	80.2	2.8	19.8	1.5	10.5
2012	11.3	81.3	2.6	18.7	1.2	8.4
2013	11.4	81.9	2.5	18.1	1.4	9.8
2014	11.6	83.5	2.3	16.3	1.2	8.8
2015	12.3	88.6	1.6	11.4	0.6	2.9
2016	12.1	87.5	1.8	12.8	0.9	6.6
2017	12.2	87.5	1.7	12.3	1.1	10.0
2018	12.2	87.5	1.69	12.1	1.24	9.07
2019	12.16	87.5	1.74	12.3	0.87	6.2
2020	12.26	88.2	1.64	11.8	1.28	9.2

發生嚴重崩塌的集水區即便在長年復育情況下，復育仍有上限，並無法達到完全復育。新崩塌維持在10%至15%之間，新崩塌發生位置與原因是值得注意。台灣案例的新或擴大崩塌可能都落在匯流口鄰近、蝕溝鄰近跟大崩塌周圍區域。

## 崩塌時空熱區分析說明

集水區特定網格

2010年崩塌圖層  
2009年崩塌圖層  
2008年崩塌圖層

聚集強度增強  
聚集強度降低

除可做單一時空以外，也可做多重時空。針對同一點，評估前後年份的崩塌聚集強度。

可根據聚集強度及在統計上是否達到顯著性差異 (statistically significant)，而可區分為17種時空熱區樣態

## 時空熱區分析應用於其他研究領域案例

應用於漁業捕撈的熱區轉換研究。Everett et al.(2021)

應用於印尼 Covid-19 Virus 傳播熱區與路徑研究。Purwanto et al.(2021)

應用於好發交通事故路口的原因探索 Cheng et al. (2018)

計畫科目：109 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

### 堆積扇地貌特性與土砂災害類型之探討

#### Identification of debris-flow hazard on alluvial fans through morphometric indicators

國立中央大學土木工程學系 周憲德 教授

#### 摘要

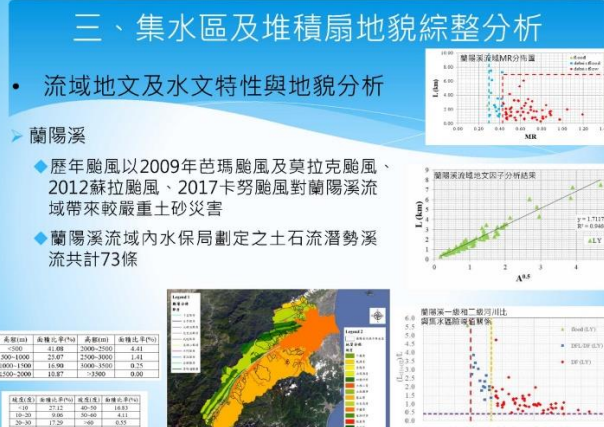
本研究以高精度數值地形分析蘭陽溪和陳有蘭溪流域內123條土石流潛勢溪流及94處堆積扇之地貌特性，並以室內實驗探討堆積扇坡度與水砂比及堆積扇規模之關係。土石流(含高含砂水流)或洪水堆積扇的坡度會隨集水區險峻值之增加而變陡，Bertrand(2013)以堆積扇坡度及集水區險峻值二者建立之門檻值曲線，可有效區分洪水堆積扇或為土石流堆積扇。實驗結果顯示在未發生水砂分離前，扇面平均坡度與水砂比有一定量關係，故可由堆積扇坡度反映集水區之土砂運移型態。本研究根據溪床土體破壞之概念模式建立土石流集水區險峻值與堆積扇坡度之地貌關係，蘭陽溪及陳有蘭溪之土石流發生條件以滲流破壞為主。土石流扇之堆積坡度或土砂濃度會受上游河床相對水深，即上游土砂供應及水文條件所影響。土石流堆積扇之形貌及地形受豪雨事件時上游水砂比、土砂規模、主支流地形及流量比所控制，其供砂渠道位置或扇面河道並無固定型態，故在防災及土地利用上應整體考量。

關鍵字：數值地形、蘭陽溪、陳有蘭溪、堆積扇、土石流

精選內容：

### 三、集水區及堆積扇地貌綜整分析

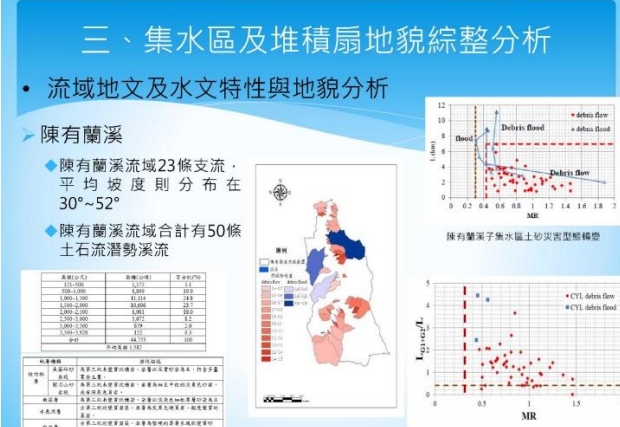
- 流域地文及水文特性與地貌分析
- 蘭陽溪
  - 歷年颱風以2009年芭瑪颱風及莫拉克颱風、2012蘇拉颱風、2017卡努颱風對蘭陽溪流域帶來較嚴重土砂災害
  - 蘭陽溪流域內水保局劃定之土石流潛勢溪流共計73條



流域(m)	面積(km <sup>2</sup> )	高度(m)	集積比率(%)
<500	11.08	3000-3500	4.61
500-1000	23.67	2500-3000	1.41
1000-1500	16.98	1500-2500	8.75
1500-2000	13.87	<1500	0.90

### 三、集水區及堆積扇地貌綜整分析

- 流域地文及水文特性與地貌分析
- 陳有蘭溪
  - 陳有蘭溪流域23條支流，平均坡度則分布在30°~52°
  - 陳有蘭溪流域合計有50條土石流潛勢溪流



流域(m)	面積(km <sup>2</sup> )	高度(m)	集積比率(%)
<500	1.12	3500	1.13
500-1000	2.00	3000	0.91
1000-1500	10.11	2500	2.43
1500-2000	30.05	2000	28.10
2000-2500	1.00	1500	1.00
2500-3000	0.70	1000	2.41
3000-3500	0.11	500	0.01
3500-4000	0.01	0	0.00



### 三、集水區及堆積扇地貌綜整分析

#### 流域堆積扇分析

- 使用水保局所提供之 H.O.S.T. 圖 (精度 1m) 進行圈繪
- 蘭陽溪及陳有蘭溪流域內共圈繪 94 個 (陳有蘭溪 42 個、蘭陽溪 52 個) 土石流堆積扇
- 依其溪流流量及河道輸砂量之差異，堆積扇分布面積約 0.04-30.39 公頃不等

蘭陽溪流域堆積扇分布圖

陳有蘭溪集水區土石流堆積扇分布

### 三、集水區及堆積扇地貌綜整分析

不同相對水深 ( $k = \frac{h_c}{H_c}$ ) 下，並令  $R = \frac{\sigma}{\rho_w g}$ ，則孔隙水壓對溪床之堆積土體造成崩壞而形成土石流的臨界溪床坡度可用下列之通式表示之

$$\frac{\tan \theta}{\tan \phi} \geq \frac{k \left( \frac{h_c}{H_c} \right) + C + (R - H_c(k))}{k + C + (R - H_c(k))}$$

式中， $H_c(k) = 1, k \geq 1$ ;  $H_c(k) = k, k < 1$

$$\theta(\text{deg.}) = 16.02n^{-0.546}$$

$$j = \tan \theta = 0.5 H/L = 0.5(MR)^{1/2}$$

河床臨界相對坡度與床土體濃度之關係

積扇坡度之關係如下： $MR = \frac{1 + \left( \frac{\theta}{16.02} \right)^{1.93}}{76.0}$  (Chien and Wang, 1984)

### 四、現地勘查及驗證

#### 堆積扇現勘及綜合評估

- 頭坑溪與社溪交匯處之堆積扇地貌，頭坑溪支流之三階複成扇，可見頭坑溪在歷史上多次大規模土砂運移，顯示上游地質脆弱、土砂供應量大，土砂抑制工程之效益或支流堵塞主流之條件應仔細評估。

### 四、現地勘查及驗證

#### 堆積扇現勘及綜合評估

- 土場部落農富橋上游陳有蘭溪右岸之野溪土石流堆積扇(現勘點三)。
- 賀伯風災後多次產生土石流堆積扇(張徵正, 2002)。當上游流量大且水砂比大時，如納莉颱風過後(2002/05)，在此處形成複成扇，而當水砂比較小時(2016/3)，扇頂之下切河道在扇尖即出現交叉點(IP)，扇面由冲刷轉為淤積並造成河道偏向下游。
- 故土石流堆積扇之形貌及地形受豪雨事件時上游水砂比及土砂規模所控制，並無固定型態，在防災及土地利用上應整體考量。

計畫科目：109 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



## 土地利用的非專業建議

作者：劉衍志 技師

前陣子筆者到臺東執行水保服務團工作，其中一案的地主 S 先生計畫就他的農牧用地（簡稱 A 地）進行伐木後農作，但這塊地很特別，因為該地周圍的土地都是林業用地，而且管理者是林務局及國產署，包圍著一塊孤伶伶的私人農牧用地，筆者還真第一次遇到！

為了到 A 地進行伐木及農作，需要有一條進出的道路...至少能通行小發財車。然而到 A 地會穿過國產署及林務局土地，現場雖看得出既有路形，但因年久失修，銜接聯外道路的一段 PC 鋪面已經覆土長草，更別說往內更深入的土路上，已多處長成胸徑超過 30cm 的樹木，即便是修復道路也不容易使用。而依據相關單位先前的會勘意見，提及該路的修復至少要進行簡易水土保持申報書的提交與審核。相關的行政程序、施工、費用皆由 S 先生來承擔，真是長路迢迢、務農不易啊！

依據筆者幾次針對伐木案輔導與追蹤經驗，發現申報書所提內容是一回事，但請怪手來現場施作有極高的機會會變成另外一回事：挖樹頭、拓路寬、挖山壁、推餘土...，等現場工程開始施做之後，很多事情就會變成不可逆。不只是水土保持義務人，連帶各機關可能都傻眼了！

就算相關責任由水土保持義務人來扛，由於該通路必須通過國有地，相關機關也負有管理之責，對於公部門與私部門而言，不啻都是負擔！另外從執行面來看，開發過程對義務人的風險實在太大了，這還沒算上降

雨與地震導致的不確定後果，對於一位義務人來說，都是難以承受且無法轉嫁的風險。

在瞭解 S 先生的開發目的後，筆者同時也接收到他的抱怨，說當時就是把 A 地包在國有地內，才會讓他的土地利用受阻，而且在得知為了修復這條路還得背負一堆責任，S 先生的怨念就更深了。

筆者在瞭解情況並針對水保需求提出意見之後，給 S 先生提了個「非專業建議」，整理如下：

1. 農牧用地的使用非僅限農牧之用，現地目前雖是雜林，但也已成林，可做為山林活動、體驗課程、原住民傳統工藝植物體驗、山林訓練場、生存遊戲場等等低設施或無設施的活動空間，但不得違反相關規定。
2. 既有設施宜進行極低度修復，例如砍草、清除 PC 鋪面上的淤土、清理既有溝渠的淤積、修補既有擋土牆背的坑洞、梳理土路上的擋路枝條、導引沖蝕溝的水流並提供消能措施。從活動體驗的角度來看，道路的服務水準只需滿足步行，即可達到上述山林體驗活動的目的。
3. 雖然 A 地被國有土地包圍，不容易得到充份的發展與利用，甚至土地交易也不容易！但從另一個角度來看，A 地相當於不受鄰地的干擾（目前四周的國有土地皆無開發利用），卻坐擁周邊廣大土地的「使用空間」！就山



林體驗的活動而言，在排除特定行為（例如明火、開路、挖土、亂丟垃圾），完全可以在以A地為中心，向周圍土地「充分利用」。

4. 若如上述在維持現狀的使用而無開發行為的情況下，S先生在財務與責任的負擔應是最少的，甚至連申報程序都可以免除（不過仍然建議向各土地管理機關進行詢問）。

其實類似的山林體驗在鸞山已行之多年，不開發、帶體驗，反而成為一個熱門賣點。不開發的使用比開發更能永續利用、取得永續價值，日後更可能有碳稅的收入。

會後也建議 S 先生與相關山林體驗的場域進行聯繫，可以互相交流山林體驗的經驗與做法，甚至迸發出新的經營模式與相互串聯的合作。

寫這篇文章的目的，是想表達：想像力的不足，可能侷限了一塊土地的利用方式，同時也可能加重水土保持義務人的責任與風險，以及相關公部門與私部門的額外成本付出。

本文的另外一個目的，是想指出在現行簡易水保的開發樣態上，是否反而侷限土地利用的可能性？筆者贊成對山坡地利用的納管，但如果納管的動作反而造成更多的公私部門成本消耗、風險承擔乃至於不可預期的狀況，或許我們該思考管理模式的改進，或採用新的觀念及方法，讓水土保持在管理面與土地開發面，都能夠長長久久！

從這個方向來思考，於公於私，也許就可以減省多少紛紛擾擾，而增添更多的社會文化風采！

水土保持很重要 土地利用要知曉

山林體驗與碳稅 一動不如一靜好

本文轉錄於水土保持公會臉書粉絲頁並進行調整：

<https://www.facebook.com/swcpea/posts/pfbid02rjkkQeoYVKNauEmhNdcE9oigV1uBpJ89e3yYTjb9MjiELsPru8xAytqPAhBhTsrwl>

（本文屬個人評論，不代表水土保持技師公會立場）



★111年2月23日(三)臺北市水土保持技師公會—舉辦「石門水庫阿姆坪防淤隧道工程參訪活動」



石門水庫阿姆坪防淤隧道工程參訪活動照片 1



石門水庫阿姆坪防淤隧道工程參訪活動照片 2



石門水庫阿姆坪防淤隧道工程參訪活動合照

# Activity Highlights



★111年2月25日(五)臺北市水土保持技師公會—舉辦「無人機於產業應用情境之探討座談會」



無人機於產業應用情境之探討座談會照片 1



無人機於產業應用情境之探討座談會照片 2

★111年4月28日(四)臺北市水土保持技師公會與台灣河溪網—聯合舉辦「水保與河溪生態座談會」



水保與河溪生態座談會照片 1



水保與河溪生態座談會照片 2

★111年6月8日(三)臺中市水土保持技師公會-拜會連江縣劉增應縣長



拜會連江縣劉增應縣長照片



拜會連江縣劉增應縣長合照



## 「水土保持」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](mailto:swcpea@seed.net.tw)，聯絡電話：02-82581918洽曾文萱小姐。