

智慧型手機於土砂災害之水土保持工作數位化應用探討

李哲宇^{[1][2]} 林駿恩^[1] 陳振宇^[1] 黃效禹^[1] 陳國威^[1] 黃德秀^[2]

摘要

氣候變遷影響下土砂災害頻繁發生，防救災情資單位須於短時間內蒐整研判災情，以提供大眾防救災資訊；治理單位著重於土砂災害之防災規劃，以避免短時間災害再次發生。過去使用遙測影像、飛行載具 (UAV)、測量儀器進行防災調查與規劃，惟在颱風豪雨持續降雨期間，受限天候條件，於雨天遙測影像雲遮嚴重、UAV 與測量儀器無法執行任務，再者繪圖軟體昂貴維護不易，影響現地情資取得效率。為解決相關問題，提升工作效率，本研究以 2024 年 0607 豪雨發生的土石流災害事件為例，利用智慧型手機與各項免費應用程式，可數位化土砂災害的現場調查與後續防災規劃，並結合 UAV 與遙測影像進行輔助與驗證作業，以獲取災害事件現場相關重要資料，作為未來土砂災害現場評估與內業防災規劃工具的新選擇。結果顯示，智慧型手機於短時間內即可建置 3D 模型並完成量化分析，提供防災工作所需數位化資訊，再配合 GIS 等軟體進行加值分析與水土保持工作應用，以提升傳統調查方式與工作效率。

關鍵詞：智慧型手機、三維建模、現地調查、土石流、大規模崩塌

Exploring the Digital Application of Smartphones for Soil and Water Conservation in Sediment-Related Disasters Management

Che-Yu Li^{[1][2]*} Chun-En Lin^[1] Chen-Yu Chen^[1]

Hsiao-Yu Huang^[1] Guo-Wei Chen^[1] Te-Hsiu Huang^[2]

Abstract With climate change, sediment-related disasters frequently occur during flood seasons, requiring disaster response units to quickly gather and analyze information to provide the public with disaster prevention guidance. Governance agencies must implement disaster prevention plans to prevent the recurrence of such events. Traditional methods employing remote sensing imagery, UAVs, various measurement instruments, and drawing software face significant challenges during typhoon conditions, as adverse weather and flight safety often impede their effectiveness. Additionally, these tools are costly and difficult to upgrade, adversely affecting operational efficiency. This study focuses on the debris flow event triggered by the heavy rainfall on June 7, 2024, utilizing smartphones and free applications for on-site investigations and internal disaster prevention planning. The results demonstrate that smartphones can swiftly create 3D models and quantitative assessments with adequate precision for disaster management, enabling data export for enhanced analysis. This methodology offers a novel alternative for future sediment-related disasters evaluations and improves the efficiency of conventional approaches.

Keyword: Smartphones, 3D, debris flow, large-scale landslide.

^[1]財團法人農業科技研究院，*通訊作者 E-mail:asdfghj544@mail.ardswc.gov.tw

Agricultural Technology Research Center

^[2]農業部農村發展及水土保持署

Agency of Rural Development and Soil and Water Conservation, MOA



農業部農村發展及水土保持署
Agency of Rural Development and Soil and Water Conservation, MOA

2024中華水土保持研討會

智慧型手機於土砂災害之 水土保持工作數位化應用探討

農村發展及水土保持署 減災監測組

李哲宇 助理研究員

2024年11月23日

簡報大綱

一、前言

二、研究區域與案例

三、研究材料

四、研究方法

研究課題(1)-土砂災害之現場調查

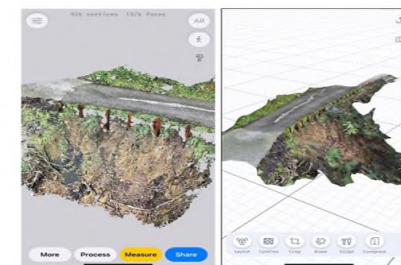
研究課題(2)-土砂災害之防災規劃應用

五、結果與討論

六、結論與建議



傳統照片



LIDAR掃描測繪法

照片攝影測量法



前言

情境

1. 氣候變遷下，汛期或雨季經常發生土砂災害
2. 情資單位須在短時間內災情蒐整研判，並提供大眾防救災資訊
3. 治理單位針對土砂災害需進一步防災規劃

常用方法

情資單位:

航遙測影像與 UAV 大範圍資料蒐集與調查

治理單位:

測量儀器與桌機端應用軟體(如點雲軟體、繪圖軟體、地理資訊軟體)進行測繪與防災規劃

問題

情資單位:

1. 航遙測影像經常因雲覆率影響，災後無法短時間獲取所有衛星影像，需耗費數天才可蒐集齊全

2. UAV 受降雨、地形遮蔽及通訊屏蔽影響，無法進行拍攝

3. 偏遠山區部分位置無法進行遙測調查作業，仍需依靠傳統人力調查輔助，惟精密儀器通常昂貴、無防水性能、笨重且不易攜帶，影響現場調查效率

治理單位:

1. 測量儀器昂貴，維修與更新不易
2. 桌機端應用軟體昂貴，更新不易

情境

如能在災後能使用特定工具快速取得與評估現場狀況，短時間防災規劃對於災害的緊急規劃與應變將有莫大助益

圖片來源：中華華報



前言

本研究 以2024年嘉義縣中埔鄉中崙村 土石流潛勢溪流-嘉縣DF051(大湖底溪支流) 發生之土石流災害為例

利用

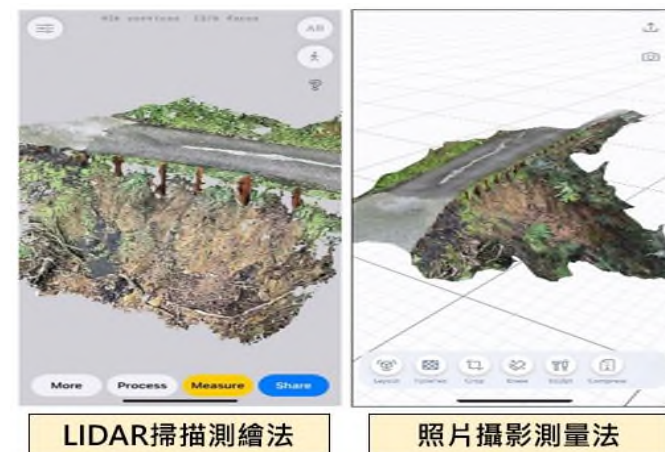
智慧型手機嘗試進行土砂災害之現場調查與防災規劃

(1)獲取現場三維資料與快速分析

(2)製作桌機端防災規劃應用範例

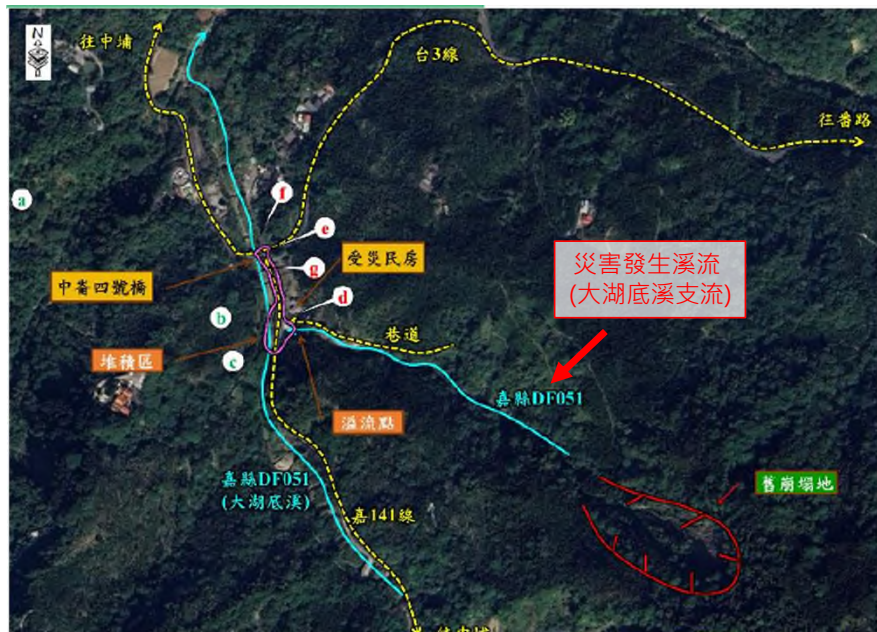
並與UAV、遙測影像進行輔助與驗證

以獲取災害事件現場相關重要資料
作為未來土砂災害快速評估與防災規劃工具
之新選擇





研究區域與案例



- 地點：
- 嘉義縣中埔鄉中崙村
- 區域：
- 土石流潛勢溪流-嘉縣DF051 (大湖底溪支流)
- 災害發生時間：
- 2024年-0607豪雨
- 災害狀況：
- 1. 台3線 300.9K 中崙四號橋之土石流潛勢溪流-嘉縣 DF051於112年上游發生崩塌，由於植生尚未恢復，以及連日降雨，再次爆發土石流，土砂沿支流河道向下游流動，並在與主流匯流處阻塞過路箱涵，因而溢流及堆積於嘉141線及台3線
- 2. 一棟民房前庭遭土砂淤埋、道路淤埋長度約130公尺
- 坐標：205433, 2585576 (TWD97)
- 現地調查時間：2024/08/16(災害後2個月)



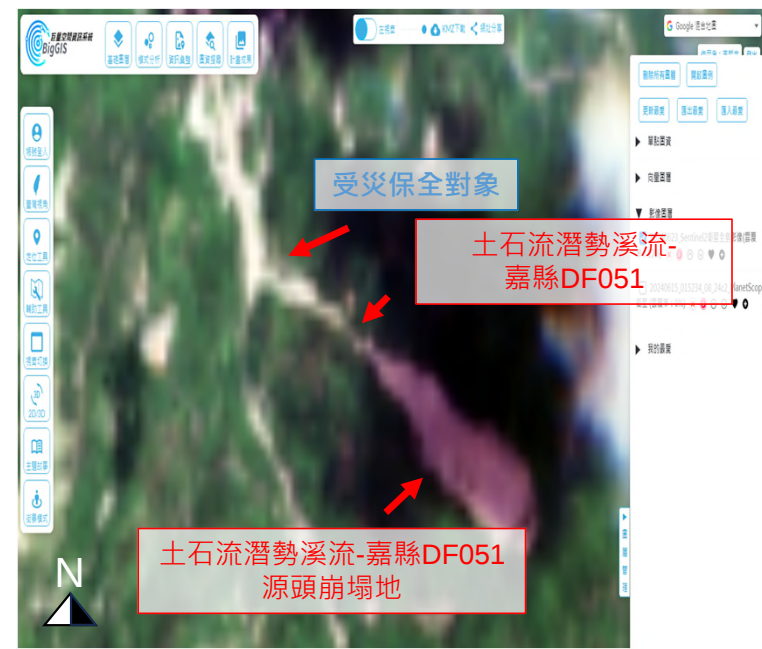
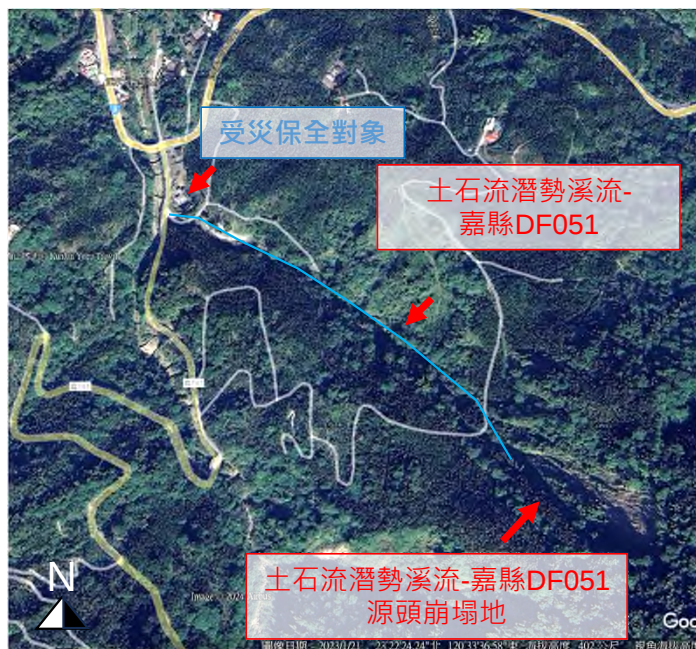
圖片來源：中華華報、農村水保署重大土砂災例(2024)



研究材料與方法

從遙測影像可得知:

- 災害前後期影像比較，得知崩塌地有明顯的擴大情形
- 2024年0607豪雨後，6/15的Planet成功取像但無法得知中下游災害狀況，6/23的Sentinel-2成功取像但整體災害狀況模糊
- 災害後因正值汛期經常性降雨，雲覆率高，清晰且無雲之遙測影像稀少，取像不容易





研究材料與方法

因遙測影像有無法得知現場災害狀況、取像不容易的問題:

研究課題(1)-土砂災害之現場調查

1.整體集水區-嘗試以**智慧型手機iPhone14Pro**

(硬體具**LiDAR**與相機鏡頭)進行現場調查

2.中下游位置-嘗試以**UAV**進行智慧型手機應用之**輔助與驗證**

3.上游源頭崩塌地-嘗試以**遙測影像**進行上游崩塌地之**驗證**

研究工具	現場調查工具	模型後製工具	調查功能
智慧型手機	免費版 手機應用程式	免費版 手機 應用程式 後臺	360環景 - 照片攝影測量法 -高斯潑灑法 -3D建模 - LiDAR掃描測繪法 -3D建模
無人飛行載具UAV	Autel Robotics EVO II	桌機端 建模軟體	- 正射影像 3D建模
遙測影像	20240623_Sentinel-2	BigGIS展示	衛星影像拍攝

項目	LIDAR掃描測繪法 /照片攝影測量法	照片攝影測量法
應用程式		
作業系統	IOS/android	IOS/android
測繪方法	LIDAR掃描測繪法、 照片攝影測量法-高斯潑灑法	照片攝影測量法-高斯潑灑法
適用智慧型手機機型 (截至2024/10)	iPhone 12、13、14、15、 16 Pro等級以上、 iPad 11 吋 (第 2 代)等級以上、 iPad Pro 12.9 吋 (第 4 代) 等級以上	(攝影) iPhone 11等級或 android 8.0以上 (LiDAR) iPhone12 pro 等級以上
匯出格式	(LiDAR) -PLY、LAS、OBJ、DAE等 (照片攝影測量法-高斯潑灑法) -PLY	PLY、LAS、OBJ、DAE 等格式
功能特點	1.三維立體模型建置 2.無網路狀態可製作模型 3.長度、周長測量 4.AR視覺化模式 5.線上模型展示功能	1.LIDAR、攝影三維資料建置 2.快速自動對齊測繪功能 3.360環景模式功能 4.部分功能無網路狀態可製 作模型 5.長度、周長、面積測量 6.AR、行走視覺化模式 7.線上模型展示與測量功能
研究使用功能	1.三維立體模型建置 2.三維測量	1.360環景模式功能 2.三維測量 3.外部影像匯入3D建模

免費版-手機應用程式-2款



無人飛行載具UAV
-Autel Robotics EVO II



建模軟體-
ContextCapture



研究材料與方法

因遙測影像有無法得知現場災害狀況、取像不容易的問題:

研究課題(2)-土砂災害之防災規劃應用

1.嘗試以**智慧型手機iPhone 14 Pro**匯出點雲資料

2.嘗試以**各項桌機免費軟體**進行桌機端規劃應用

研究工具	現場調查工具	規劃功能
智慧型手機	免費版 手機應用程式	匯出點雲資料
點雲軟體	cloud compare	- 點雲測量 - 點雲後製
繪圖軟體	FreeCAD	斷面設計
地理資訊軟體	QGIS	地理座標定位

項目	LIDAR掃描測繪法 /照片攝影測量法	照片攝影測量法
應用程式		
作業系統	IOS/android	IOS/android
測繪方法	LIDAR掃描測繪法、 照片攝影測量法-高斯發濺法	照片攝影測量法-高斯發濺法
適用智慧型手機機型 (截至2024/10)	iPhone 12、13、14、15、 16 Pro等級以上、 iPad 11吋(第2代)等級以上、 iPad Pro 12.9吋(第4代) 等級以上	(攝影) iPhone 11等級或 android 8.0以上 (LiDAR) iPhone12 pro 等級以上
匯出格式	(LiDAR) -PLY、LAS、OBJ、DAE等 (照片攝影測量法-高斯發濺法) -PLY	PLY、LAS、OBJ、DAE 等格式
功能特點	1.三維立體模型建置 2.無網路狀態可製作模型 3.長度、周長測量 4.AR視覺化模式 5.線上模型展示功能	1.LIDAR、攝影三維資料建置 2.快速自動對齊測繪功能 3.360環景模式功能 4.部分功能無網路狀態可製 作模型 5.長度、周長、面積測量 6.AR、行走視覺化模式 7.線上模型展示與測量功能
研究使用功能	1.三維立體模型建置 2.三維測量	1.360環景模式功能 2.三維測量 3.外部影像匯入3D建模

免費版-手機應用程式-2款



點雲軟體-
cloud compare



繪圖軟體-
FreeCAD



地理資訊軟體-
QGIS



研究課題(1)-土砂災害之現場調查-360環景影像

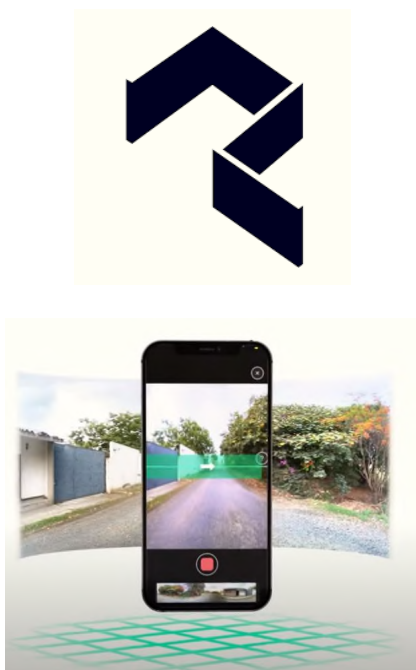
結果與討論

智慧型手機組:

嘗試使用**免費版手機應用程式-polycam**之**360環景功能**，於指定條帶移動，即可拍攝完成，並可在**數分鐘內完成產製**，上傳至線上展示平台提供閱覽

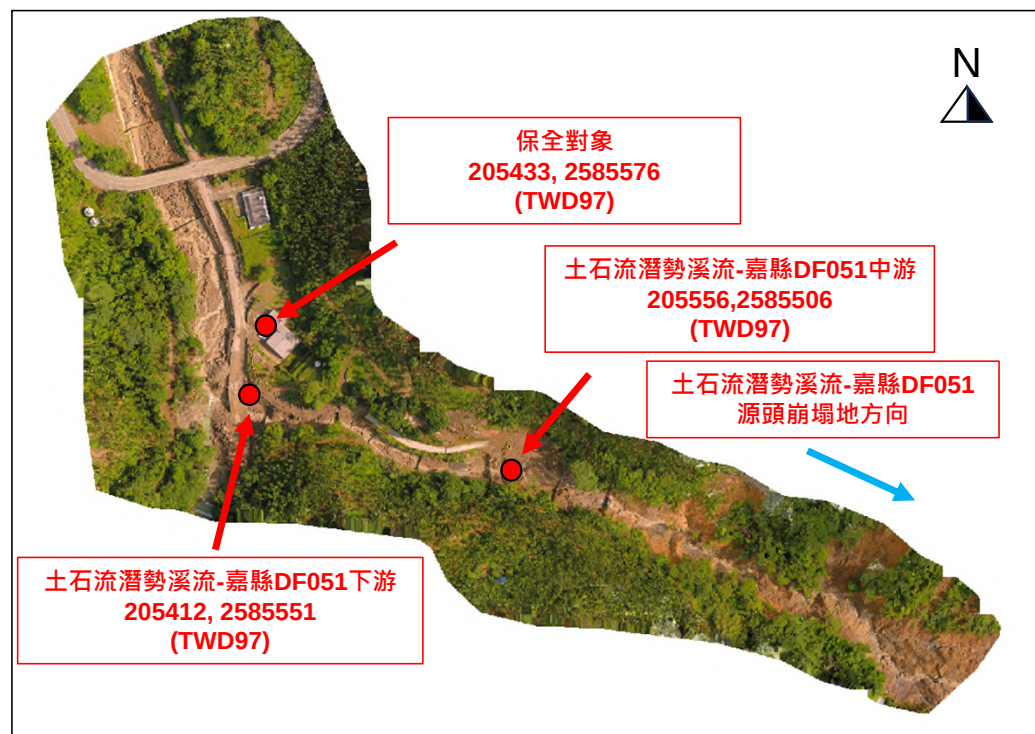
輔助與驗證組:

嘗試使用**無人飛行載具UAV**進行大範圍拍攝**正射影像**



免費版手機應用程式-polycam-360環景模式

中游防砂壩



無人飛行載具UAV-正射影像(20240816)



研究課題(1)-土砂災害之現場調查-360環景影像

結果與討論

免費版手機應用程式-polycam-360環景模式



保全對象 205433, 2585576(TWD97)



土石流潛勢溪流-嘉縣DF051下游 205412, 2585551(TWD97)





研究課題(1)-土砂災害之現場調查-360環景影像

結果與討論

免費版手機應用程式-polycam-360環景模式



土石流潛勢溪流-嘉縣DF051中游205556,2585506(TWD97)



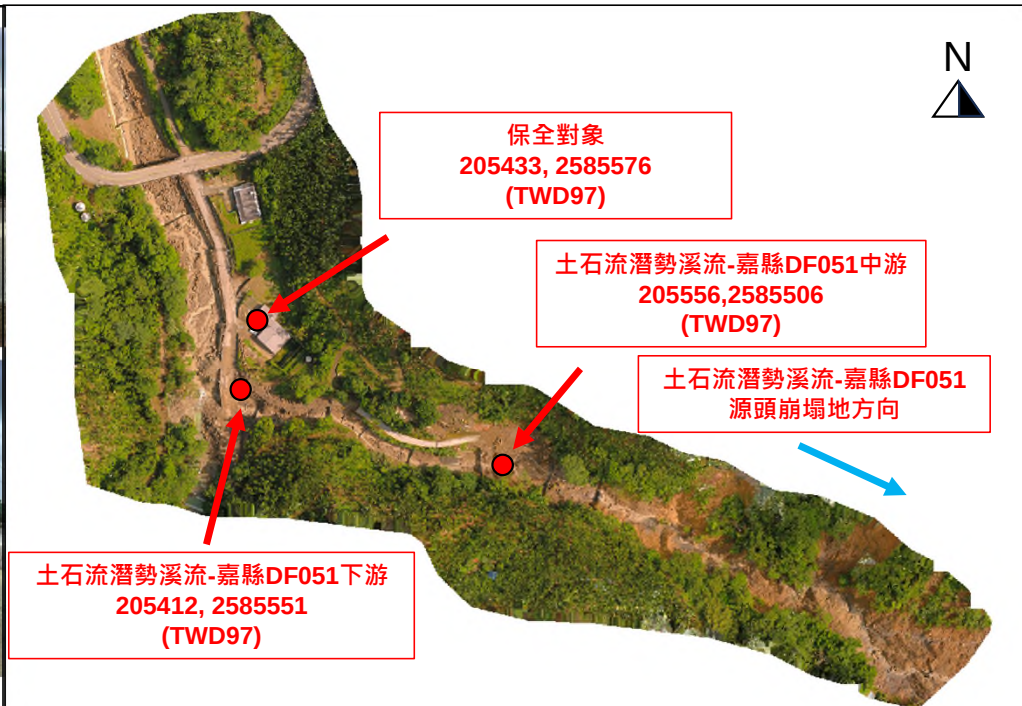


研究課題(1)-土砂災害之現場調查-360環景影像

結果與討論



免費版手機應用程式-polycam-360環景模式



無人飛行載具UAV-正射影像

範圍

局部廣域重點

廣泛地理位置

細節

地物地貌呈現細節高

相對位置呈現細節高

輔助功能

可補充大範圍正射影像之現場廣域真實細節，
快速展示多現場多時序地貌變遷

可輔助360環景影像
得知地物地貌間相對位置



結果與討論

智慧型手機組:

嘗試使用**免費版手機應用程式**，現場即時建立3D模型，並即時量化分析

輔助與驗證組:

嘗試使用**無人飛行載具UAV**進行大範圍正射影像拍攝、**遙測影像**進行上游崩塌地觀測

項目	LIDAR掃描測繪法 /照片攝影測量法
應用程式	 Scaniverse

項目	照片攝影測量法
應用程式	 polycam



免費版手機應用程式

研究課題(1)-土砂災害之現場調查 -3D模型建置&即時量化分析



無人飛行載具UAV-正射影像(20240816)



災後遙測影像
(20240623_Sentinel-2)



結果與討論

研究課題(1)-土砂災害之現場調查 -3D模型建置&即時量化分析

a. 保全對象【205433, 2585576(TWD97)】-3D模型成果

建模模式	智慧型手機組			
網址QRcode				
	polycam	Scaniverse		
保全對象外觀				
				
	建築物結構尚存，泥砂堆積前庭與牆面有掩埋痕跡			
保全對象內部				
				
	建築物內部受土砂掩埋，地板泥砂堆積			

建模模式	輔助與驗證組(無人飛行載具UAV)
保全對象	
	土石流潛勢溪流-嘉縣DF051發生土石流後， 下游出口往右岸方向運移土砂， 保全住戶前庭明顯土砂淤積



結果與討論

研究課題(1)-土砂災害之現場調查 -3D模型建置&即時量化分析

a. 保全對象【205433, 2585576(TWD97)】-3D模型成果

建模模式G.4	智慧型手機組	
三維尺寸	驗證尺寸(m)	現場尺寸(m)
	1.白色房屋屋頂長:9.27m 2.紅色房屋屋頂長:9.31m	1. 白色房屋外觀地板至牆壁土砂淤積高:84-92cm 2. 紅色房屋內部地板至牆壁土砂淤積高:26-27cm
驗證模型&保全對象外觀		
	手機相較UAV驗證尺寸相差約0.2~0.39% 建物外部受土砂淤積高約84-92cm	
保全對象內部		
	建物內部受土砂淤積高約26-27cm	

建模模式	輔助與驗證組(無人飛行載具UAV)
三維尺寸	驗證尺寸(m)
	1.白色房屋屋頂長:9.292m 2.紅色房屋屋頂長:9.273m
驗證模型	
	手機相較UAV驗證尺寸相差約0.2~0.39%

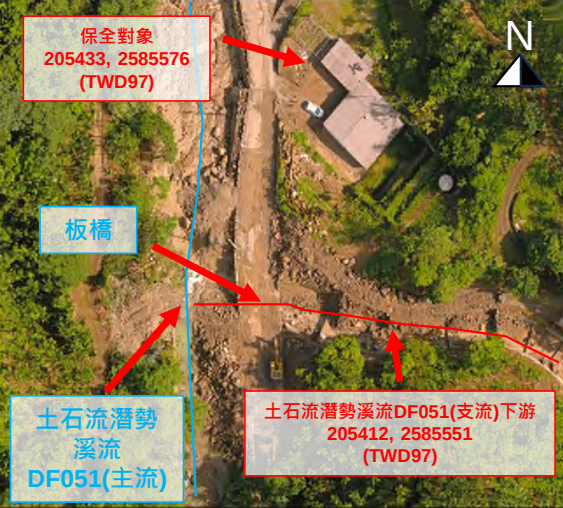


結果與討論

研究課題(1)-土砂災害之現場調查 -3D模型建置&即時量化分析

b.土石流潛勢溪流-嘉縣DF051下游【205412, 2585551(TWD97)】-3D模型成果

建模模式	智慧型手機組			
網址QRcode				
	polycam		Scaniverse	
板橋處 往上游方向視角				
	固床工受河道右岸土砂淤積掩埋			
板橋處 往下游方向視角				
	支流發生土石流淤積於出流口，土砂堆積於主流右岸			

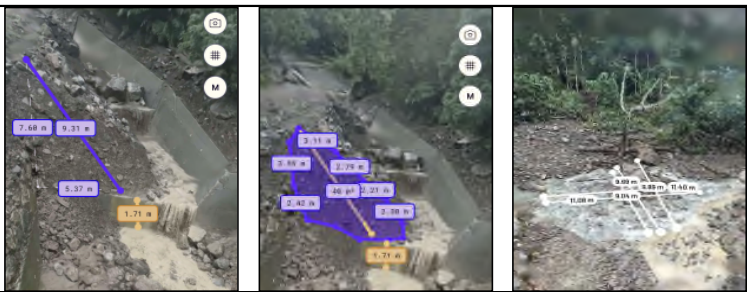
建模模式	輔助與驗證組(無人飛行載具UAV)
土石流潛勢溪流 DF051下游	
	土石流潛勢溪流-嘉縣DF051 (支流)發生土石流後，下游出流口往右岸方向運移，並堆積於主流右岸



結果與討論

研究課題(1)-土砂災害之現場調查 -3D模型建置&即時量化分析

b.土石流潛勢溪流-嘉縣DF051下游【205412, 2585551(TWD97)】-3D模型即時量化分析

建模模式	智慧型手機組	
三維尺寸	驗證尺寸(m)	現場尺寸(m)
	1. 下游防砂壩左岸壩翼長:1.72m 2. 下游右岸護岸長:5.05m、5.61m	1. 防砂壩右岸土砂堆積高7.6m、面積40m ² 2. 支流堆積於主流土砂長11m、寬9.5m
驗證模型		
	手機相較UAV驗證尺寸相差約0.9~2.5%	
板橋處 往上游與下游 方向視角		
	固床工右岸土砂堆積高7.6m、面積40m ² 支流土砂堆積於主流長11m、寬9.5m	

建模模式	輔助與驗證組(無人飛行載具UAV)
三維尺寸	驗證尺寸(m)
	1. 下游防砂壩左岸壩翼長:1.703m 2. 下游右岸護岸長:4.925m、5.513m
驗證模型	
	手機相較UAV驗證尺寸相差約0.9~2.5%



結果與討論

研究課題(1)-土砂災害之現場調查 -3D模型建置&即時量化分析

C.土石流潛勢溪流-嘉縣DF051中游【205556,2585506(TWD97)】-3D模型成果

建模模式	智慧型手機組				
網址QRcode					
	polycam		Scaniverse		
土石流潛勢溪流 -嘉縣DF051 中游 1號與2防砂壩					
	1號防砂壩結構尚完整、2號防砂壩已被土砂掩埋、河道堆積大量大粒徑塊石				
土石流潛勢溪流 -嘉縣DF051 中游 3號防砂壩 與 土石流礫石					
	3號防砂壩結構尚完整，大粒徑塊石阻塞防砂壩溢流口，河道堆積大量大粒徑塊石				

建模模式	輔助與驗證組(無人飛行載具UAV)
土石流潛勢溪流 -嘉縣DF051 中游	
	土石流潛勢溪流-嘉縣DF051發生土石流後，於中游系列防砂壩堆積，防砂構造物發揮效果，本研究以上游往下游方向標註3個防砂壩進行探討

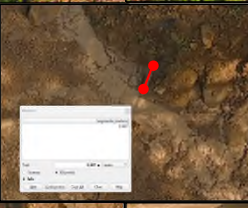


結果與討論

研究課題(1)-土砂災害之現場調查 -3D模型建置&即時量化分析

C.土石流潛勢溪流-嘉縣DF051中游【205556,2585506(TWD97)】-3D模型即時量化分析

建模模式	智慧型手機組
三維尺寸	驗證尺寸(m)
	1.1號防砂壩溢洪口壩長:6.49m 2.1號防砂壩壩長:10.54m 3.2號防砂壩右岸壩翼長:95cm 4.3號防砂壩溢洪口壩長:6.12m 5.3號防砂壩溢洪口壩寬:2.10m
驗證模型 1號防砂壩 與 2號防砂壩	
	1號與2號防砂壩成果 手機相較UAV驗證尺寸相差約2.4-4.6%(1號壩)、1.7%(2號壩)
驗證模型 3號防砂壩	
	3號防砂壩成果 手機相較UAV驗證尺寸相差約0.3-1.2%

建模模式	輔助與驗證組(無人飛行載具UAV)
三維尺寸	驗證尺寸(m)
	1.1號防砂壩溢洪口壩長:6.334m 2.1號防砂壩壩長:11.051m 3.2號防砂壩右岸壩翼長:96.7cm 4.3號防砂壩溢洪口壩長:6.140m 5.3號防砂壩溢洪口壩寬:2.074m
驗證模型 1號防砂壩	
驗證模型 2號防砂壩	
驗證模型 3號防砂壩	



結果與討論

研究課題(1)-土砂災害之現場調查 -3D模型建置&即時量化分析

C.土石流潛勢溪流-嘉縣DF051中游【205556,2585506(TWD97)】-3D模型即時量化分析

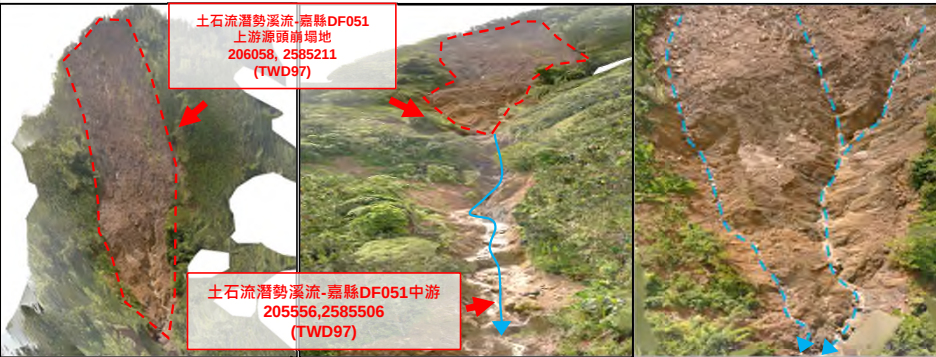
建模模式	智慧型手機組
三維尺寸	現場尺寸(m)
	1.1號防砂壩壩高(至壩翼):3.45m 2.2號防砂壩壩高(僅剩壩翼):37cm 3.1號與2號防砂壩間儲砂面積:72m ² 4.1號與2號防砂壩壩高差現況:3.08m
1號防砂壩 與 2號防砂壩	 1號與2號防砂壩結構露出部分高差3.08m，兩者之間儲砂面積72m² 災後預計2號壩已攔阻216m³以上土砂量體
3號防砂壩 與 大粒徑塊石	 3號防砂壩溢洪口堆積粒徑73cm塊石，上游堆積約粒徑2m塊石 現場經整理後堆疊土石流堆積之粒徑約0.8-1.5m系列塊石

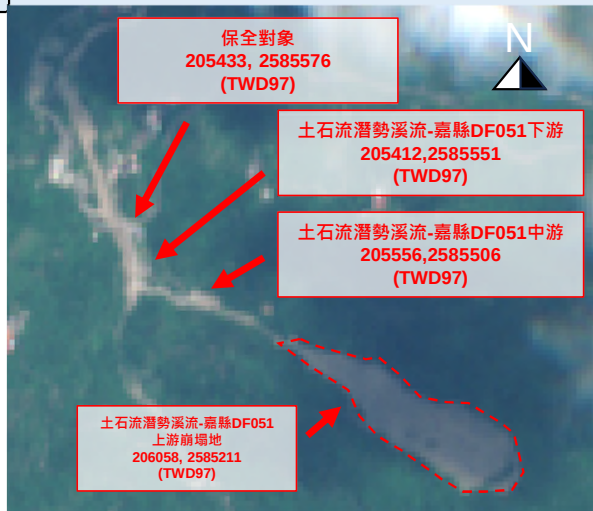


結果與討論

研究課題(1)-土砂災害之現場調查 -3D模型建置&即時量化分析

d.土石流潛勢溪流-嘉縣DF051上游崩塌地【206058, 2585211(TWD97)】- 3D模型成果

建模模式	智慧型手機組	
網址QRcode		
	polycam	
土石流潛勢溪流- 嘉縣DF051 上游崩塌地		
	- 以UAV照片上傳至手機建模軟體-polycam 照片攝影測量法進行大範圍面積建模。 - 崩塌後目前尚有土砂堆積於崩塌地坡腳，並有土砂順著下游方向淤積於河道。 - 崩塌地坡腹至坡腳位置，目前有三條以上蝕溝產生，豐沛逕流集中於各蝕溝並持續向下游匯集於主河道，持續將土砂帶入至下游。	

建模模式	輔助與驗證組(災後遙測影像)
土石流潛勢溪流- 嘉縣DF051 上游崩塌地	
	遙測影像(20240623_Sentinel-2)



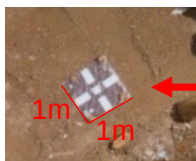
結果與討論

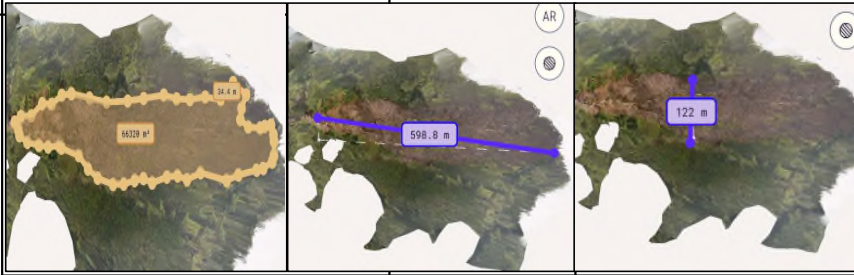
研究課題(1)-土砂災害之現場調查 -3D模型建置&即時量化分析

d.土石流潛勢溪流-嘉縣DF051上游崩塌地【206058, 2585211(TWD97)】- 3D模型即時量化分析

上游崩塌地為利用其他載具影像(本研究使用UAV影像)匯入APP-polycam-攝影測量法進行產製三維資料，其需使用鄰近特徵物進行相對比例尺校正，得到三維資料

本研究以距上游約215m下游處之航空布標(1m*1m)進行整體崩塌地尺寸換算



建模模式	智慧型手機組	
三維尺寸	驗證尺寸(m)	現場尺寸(m)
	1. 崩塌面積:66320m ² 2. 崩塌長度:535.8m 3. 崩塌寬度:122m	崩塌地坡腳與中游1號防砂壩距離:215m
驗證模型		
現場尺寸	手機相較遙測影像驗證尺寸差異值， 長度約2.7%、寬度約1.6%、崩塌面積約9%	
		
現場尺寸	崩塌地坡腳距離中游1號防砂壩位置為215m	

建模模式	輔助與驗證組(災後遙測影像) (20240623_Sentinel-2)
三維尺寸	驗證尺寸(m) 1. 崩塌面積:60101m ² 2. 崩塌長度:521m 3. 崩塌寬度:120m
驗證模型	
驗證模型	手機相較遙測影像驗證尺寸差異值， 長度約2.7%、寬度約1.6%、崩塌面積約9%



研究課題(2)-土砂災害之防災規劃應用

結果與討論

智慧型手機組:

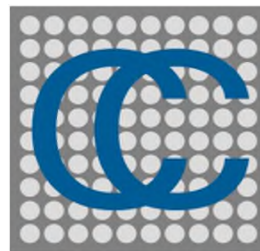
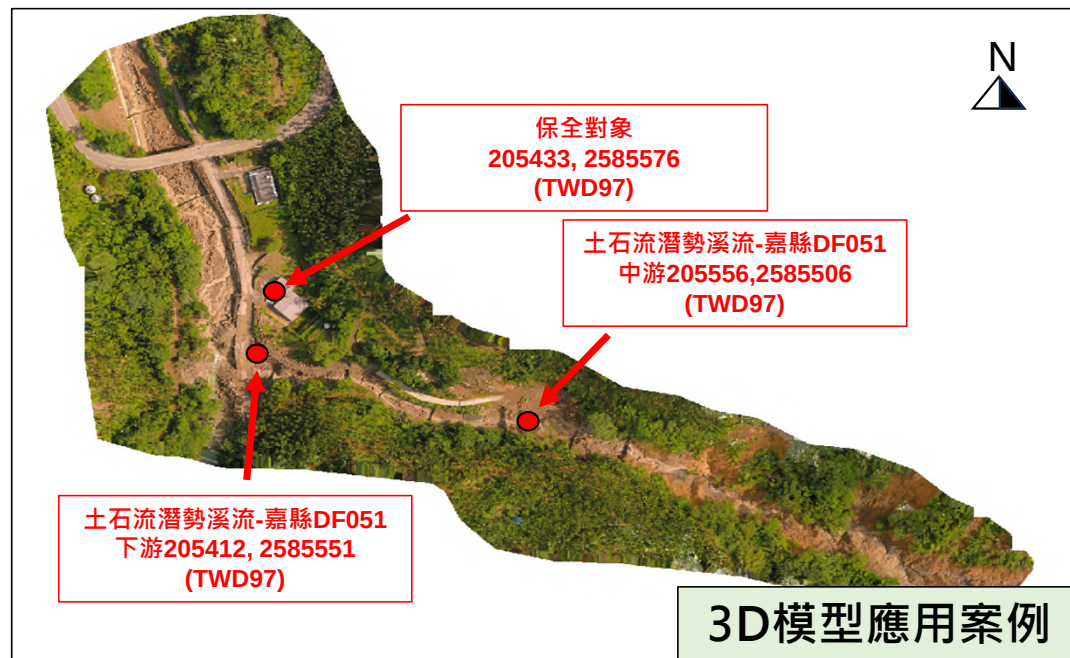
嘗試將**免費版手機應用程式**建立之3D模型
導出3D點雲與模型格式(ex:PLY、LAS)

桌機應用組:

嘗試使用手機導出之**3D模型**進行桌機端
免費軟體應用與加值分析

項目	LIDAR掃描測繪法 /照片攝影測量法	照片攝影測量法
應用程式		
	Scaniverse	polycam

免費版手機應用程式



點雲軟體-
cloud compare



繪圖軟體-
FreeCAD



地理資訊軟體-
QGIS

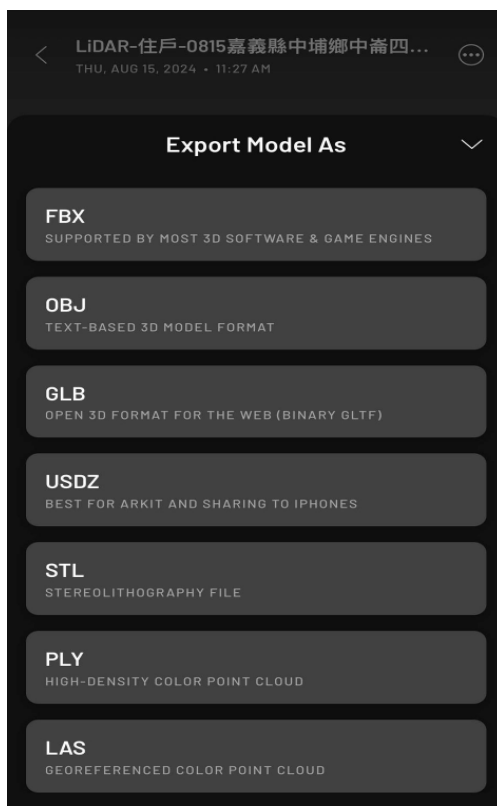
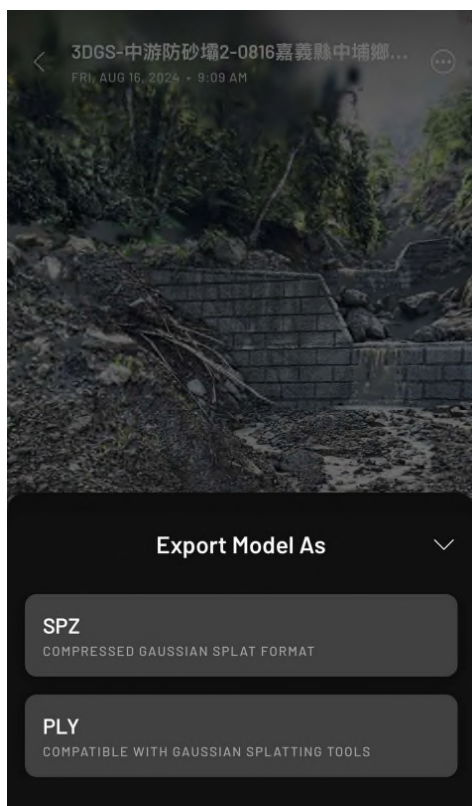
桌機端免費軟體



研究課題(2)-土砂災害之防災規劃應用

結果與討論

點雲軟體應用-手機3D模型之點雲與模型匯出成果



APP-Scaniverse-點雲與模型匯出格式
照片攝影測量法-高斯潑濺法-可匯出類型(左)
LiDAR掃描測繪法-可匯出類型(右)

APP-polycam-點雲與模型匯出格式
照片攝影測量法-可匯出類型

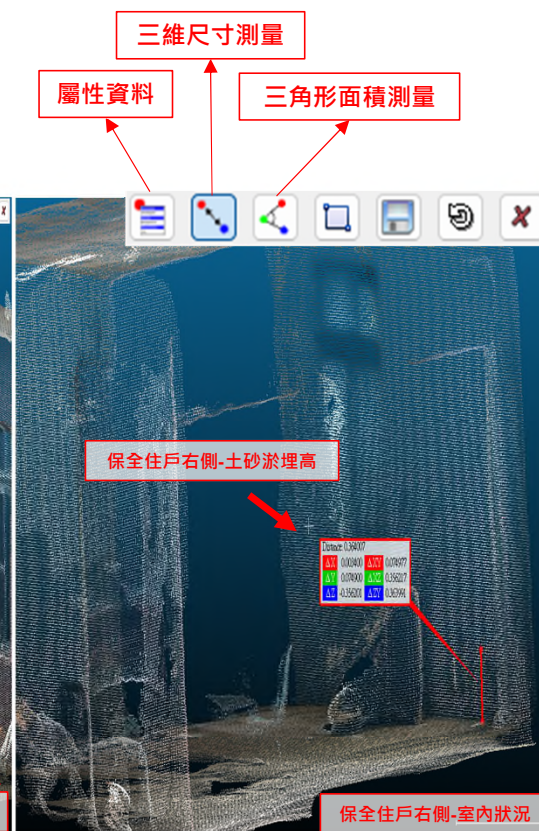
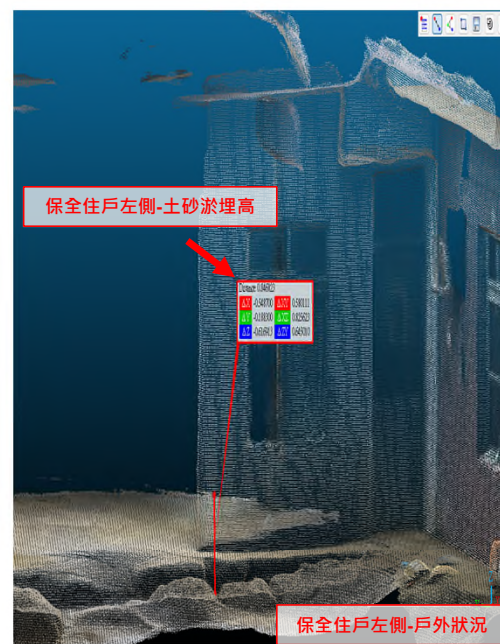
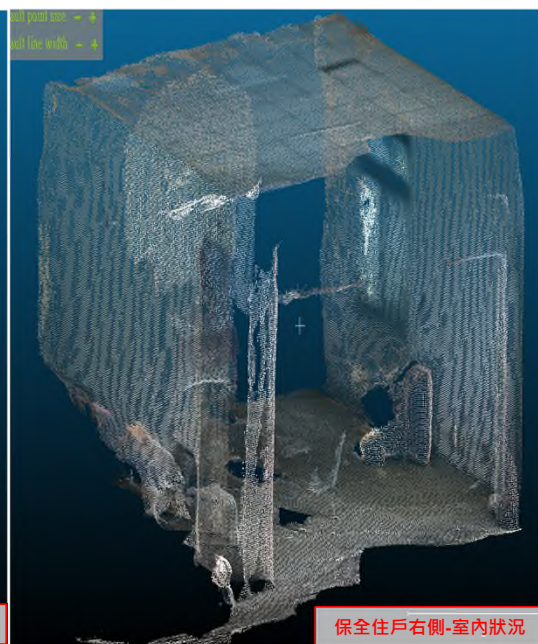


研究課題(2)-土砂災害之防災規劃應用

結果與討論

點雲軟體應用-cloud compare-成果展示

保全對象【205433, 2585576(TWD97)】



點雲軟體展示成果

手機可匯出格式至cloud compare展示

ex:點雲-LAS檔、PLY檔

cloud compare三維尺寸測量成果

使用「Point picking」功能



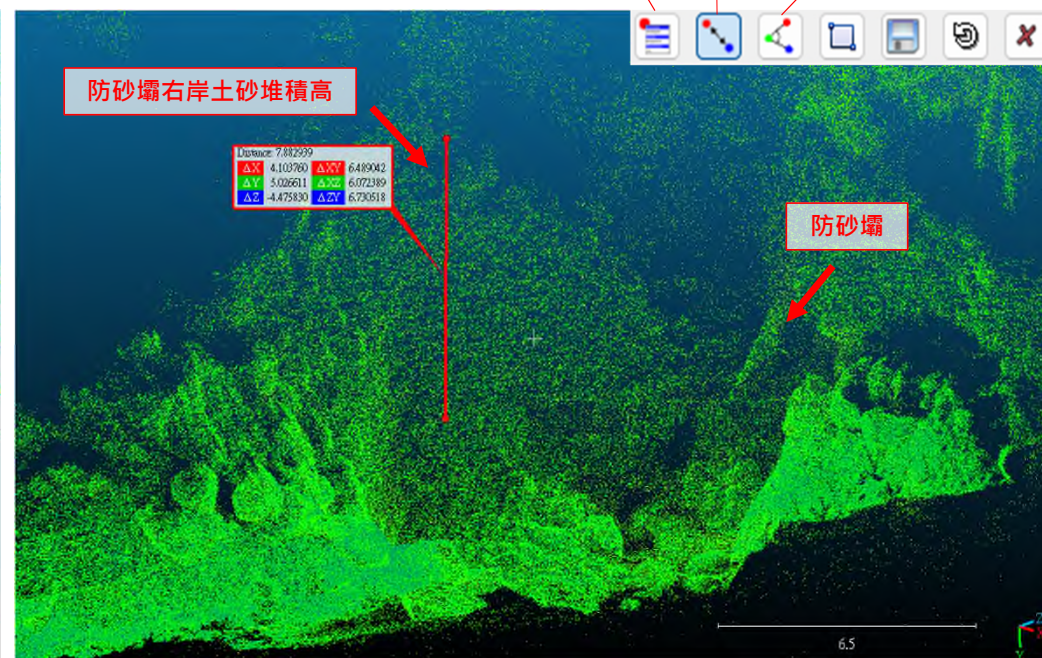
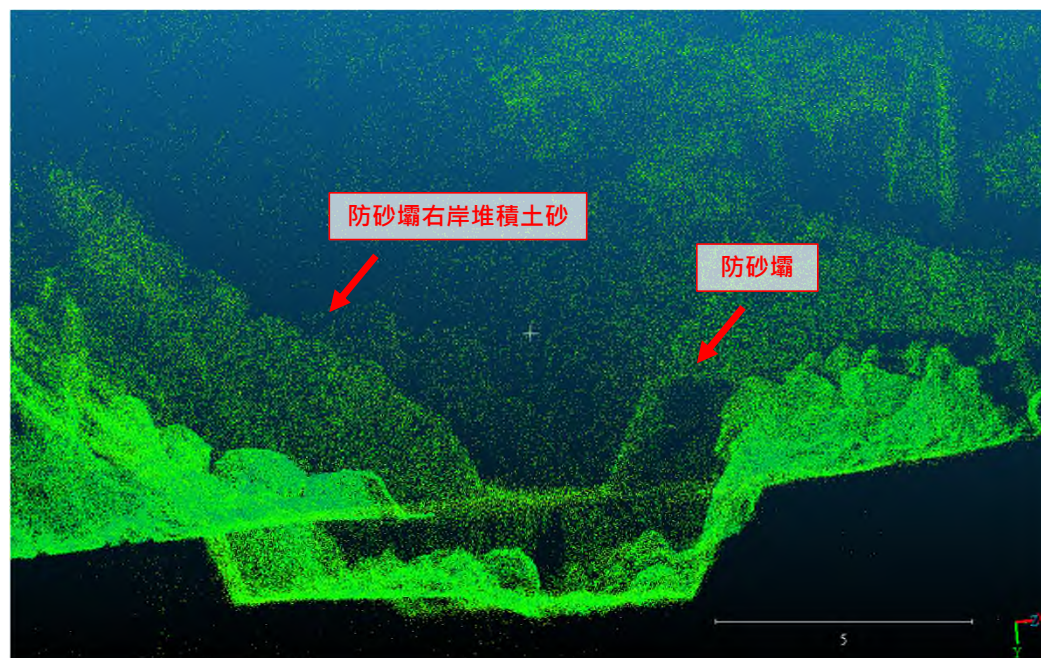
研究課題(2)-土砂災害之防災規劃應用

結果與討論



點雲軟體應用-cloud compare-成果展示

土石流潛勢溪流-嘉縣DF051下游【205412,2585551(TWD97)】



點雲軟體展示成果

手機可匯出格式至cloud compare展示

ex:點雲-LAS檔、PLY檔

cloud compare三維尺寸測量成果

使用「Point picking」功能



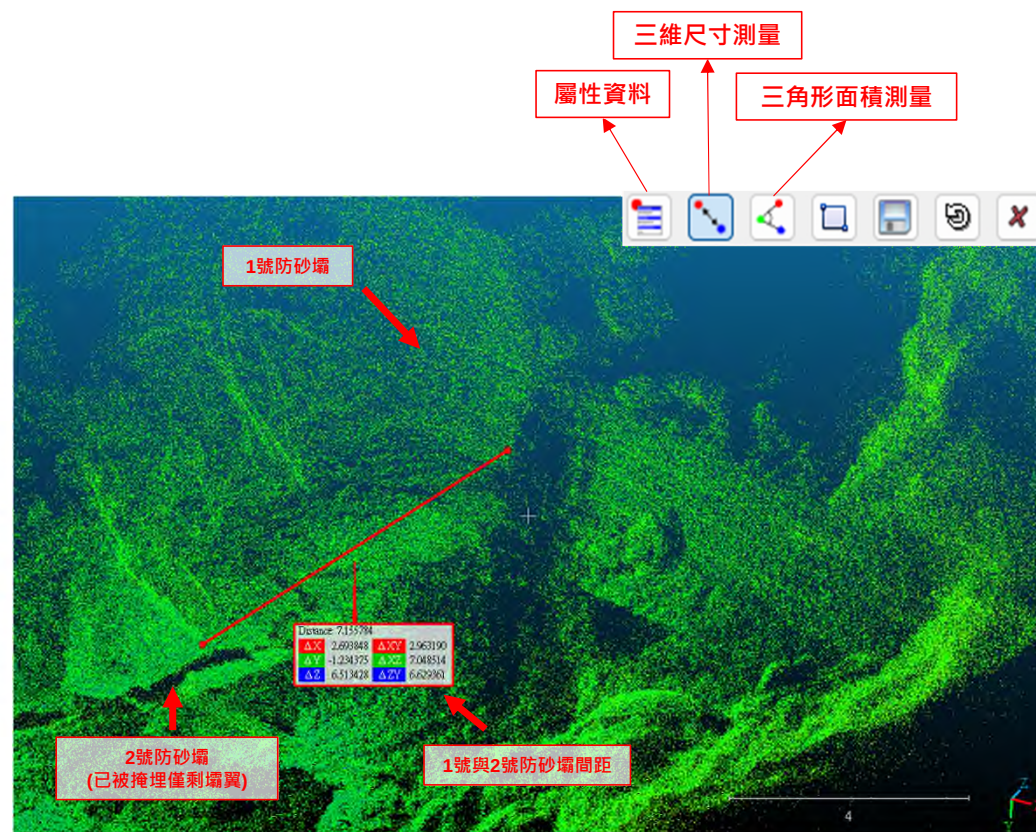
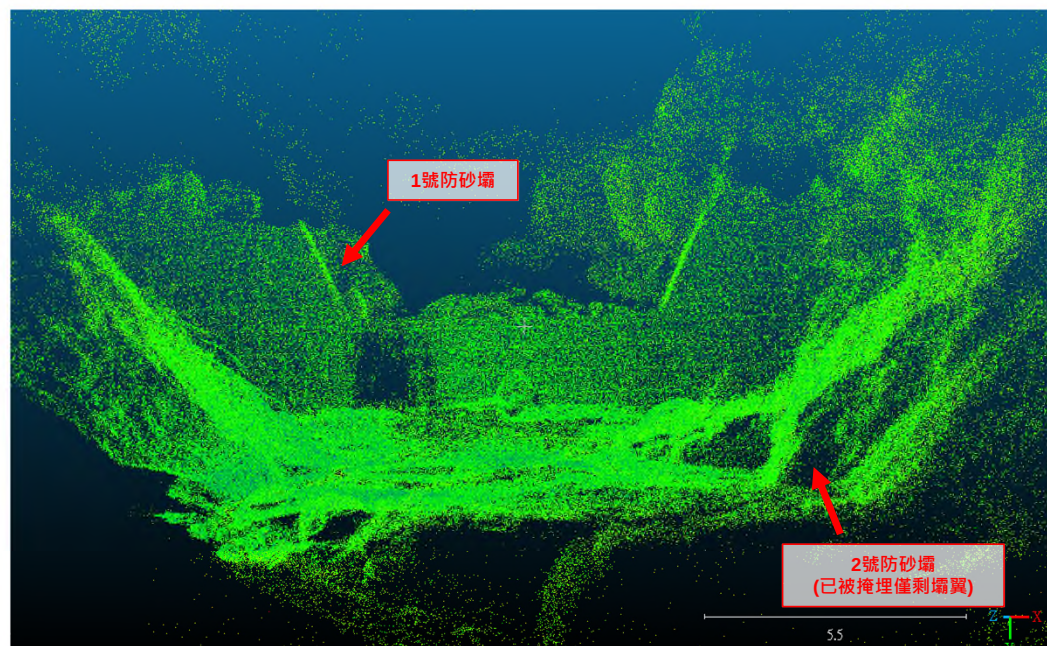
研究課題(2)-土砂災害之防災規劃應用

結果與討論



點雲軟體應用-cloud compare-成果展示

土石流潛勢溪流-嘉縣DF051中游【205556,2585506(TWD97)】



點雲軟體展示成果

手機可匯出格式至cloud compare展示

ex:點雲-LAS檔、PLY檔

cloud compare三維尺寸測量成果

使用「Point picking」功能



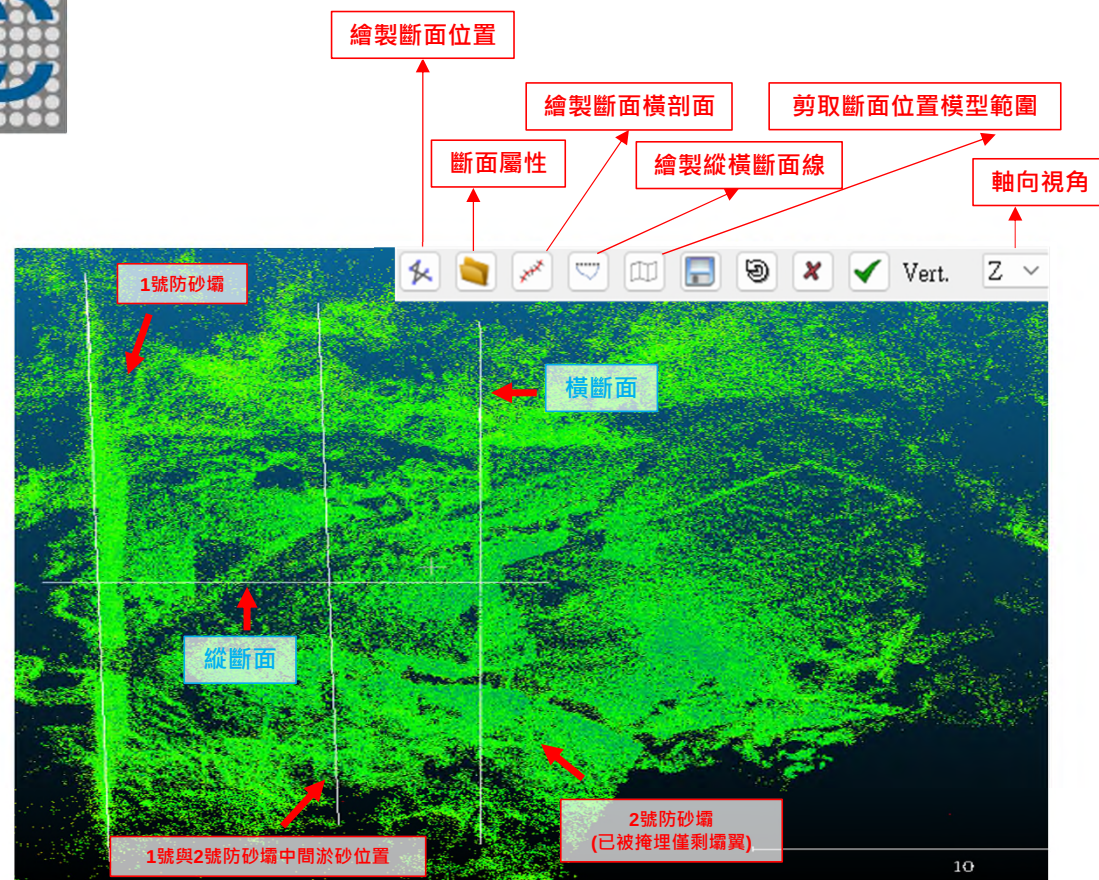
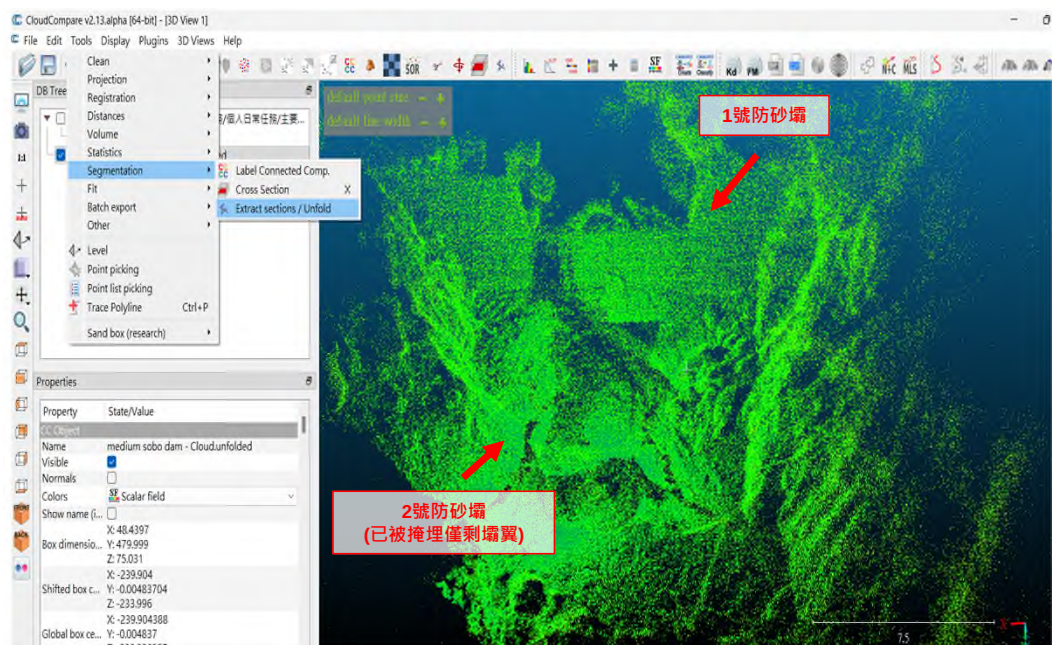


研究課題(2)-土砂災害之防災規劃應用

結果與討論

點雲軟體應用-cloud compare-縱橫斷面成果自動提取

土石流潛勢溪流-嘉縣DF051中游【205556,2585506(TWD97)】



cloud compare縱橫斷面成果自動提取功能

手機可提取模型縱橫斷面

使用「Tools->Segmentation->Extract sections/Unfold」功能



研究課題(2)-土砂災害之防災規劃應用

結果與討論

點雲軟體應用-cloud compare-縱橫斷面成果自動提取

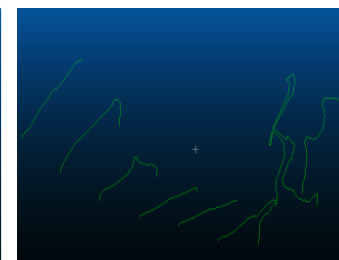
土石流潛勢溪流-嘉縣DF051中游【205556,2585506(TWD97)】



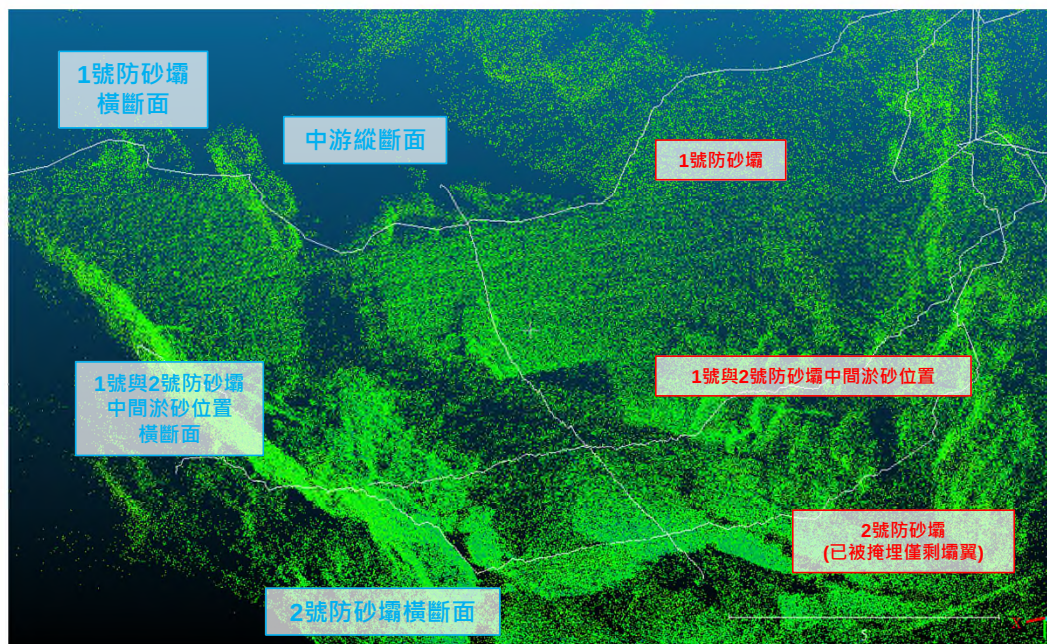
縱斷面



橫斷面



橫向縱斷面



cloud compare縱橫斷面成果自動提取功能
手機可提取模型縱橫斷面

cloud compare縱橫斷面成果匯出
cloud compare可匯出格式至CAD進行編輯
ex: DXF

使用「Tools->Segmentation->Extract sections/Unfold」功能

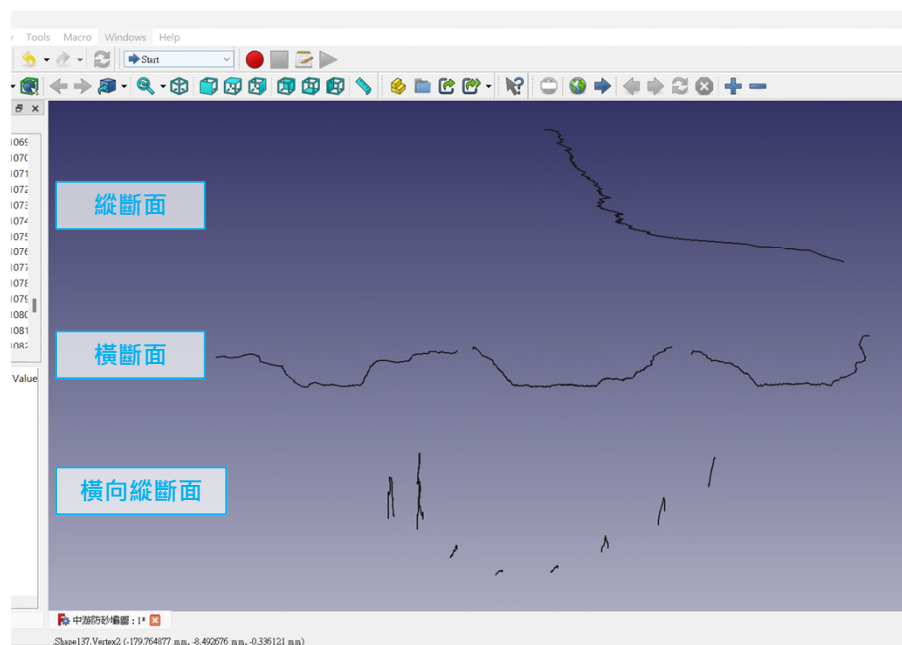


研究課題(2)-土砂災害之防災規劃應用

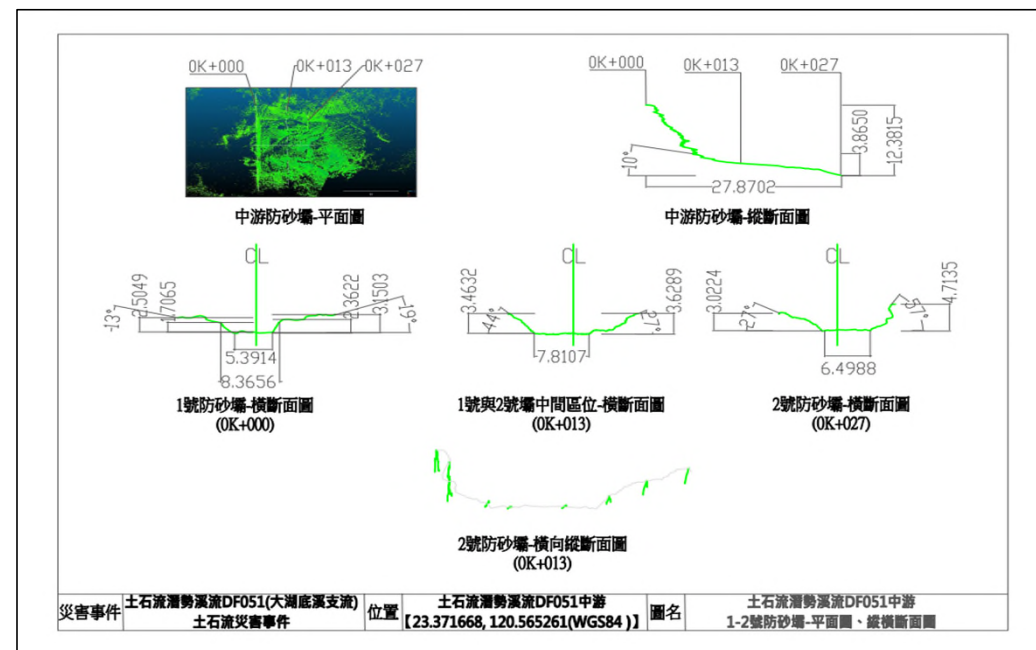
結果與討論

繪圖軟體應用-FreeCAD-手機3D模型成果2D製圖

土石流潛勢溪流-嘉縣DF051中游【205556,2585506(TWD97)】



CAD匯入手機3D模型之縱橫斷面成果
cloud compare匯出之檔案(ex: DXF)
可匯入CAD軟體進行編輯



CAD繪製手機3D模型之縱橫斷面-2D圖面成果
CAD軟體可針對手機產製之3D模型成果繪製2D圖面

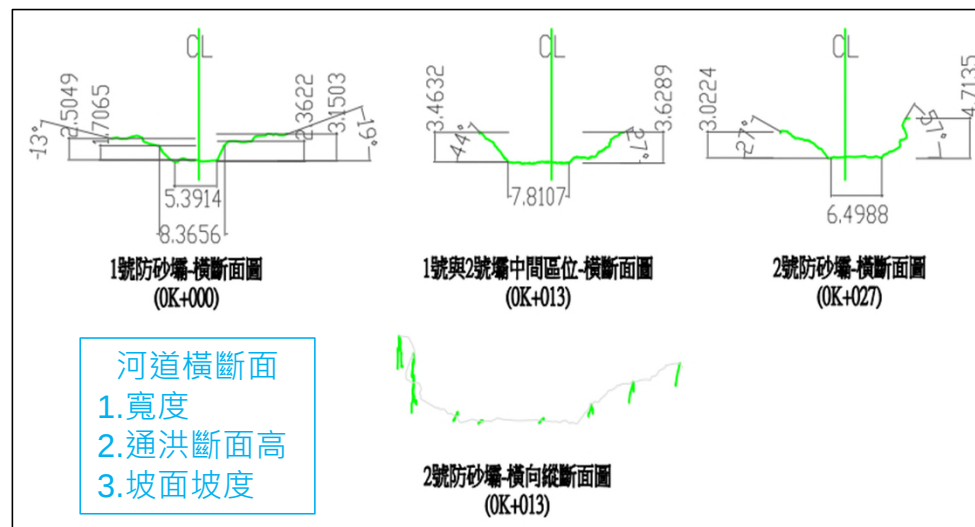
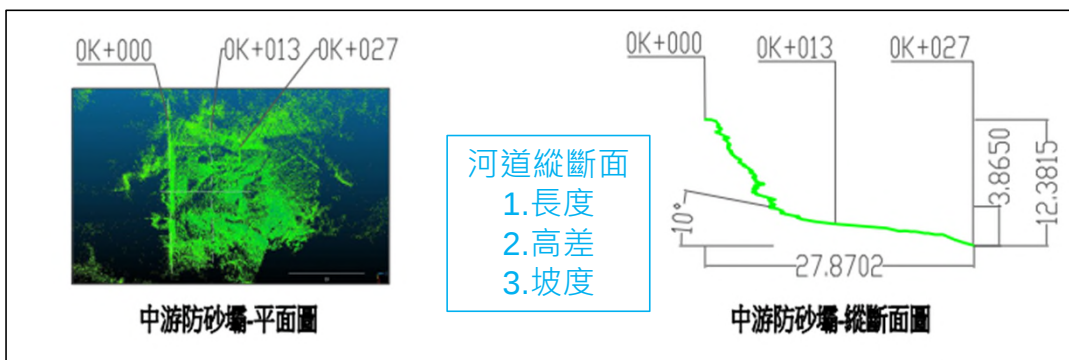


研究課題(2)-土砂災害之防災規劃應用

結果與討論

繪圖軟體應用-FreeCAD-手機3D模型成果2D製圖

土石流潛勢溪流-嘉縣DF051中游【205556,2585506(TWD97)】



CAD繪製手機3D模型之縱橫斷面-2D圖面成果

CAD軟體可針對手機產製之3D模型成果繪製2D圖面

得出各斷面真實地形之河道長度、河道高差、河道縱向坡度、河道寬度、
通洪斷面高、河道縱向坡度與坡面坡度

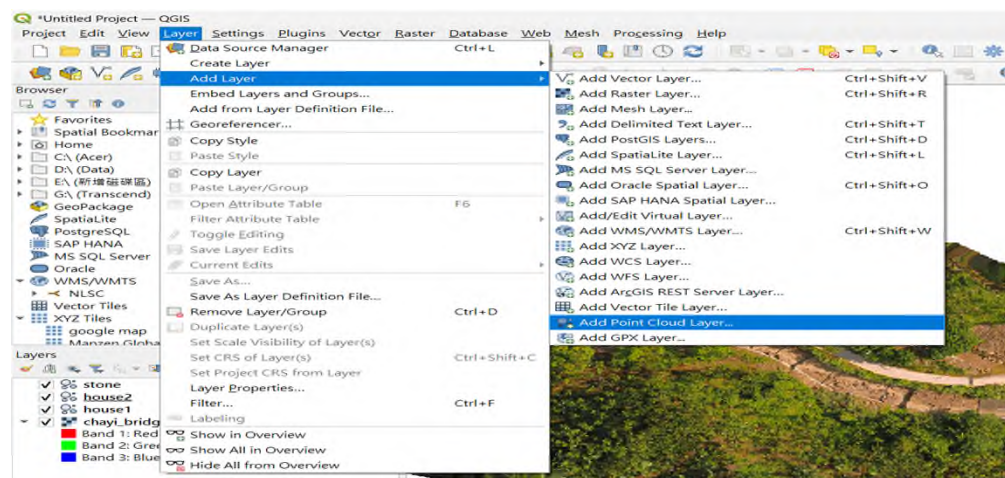


結果與討論

地理資訊軟體應用-QGIS-手機3D模型套疊GIS成果

保全對象【205433, 2585576(TWD97)】

土石流潛勢溪流-嘉縣DF051中游-大粒徑塊石
【205557, 2585513(TWD97)】



研究課題(2)-土砂災害之防災規劃應用

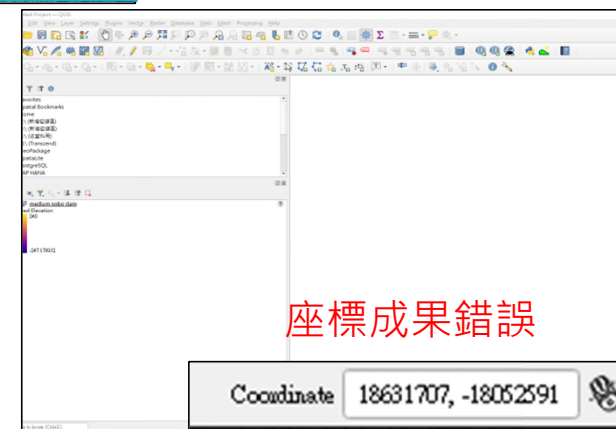


LiDAR掃描測繪法成果
匯入點雲:**LAS**檔

1. 點雲附加GPS，可正常實際地理位置
2. 本研究成果為保全對象與中游大粒徑塊石

照片攝影測量法成果
匯入點雲:**PLY**檔

1. 因利用生成式AI方式產製模型，無法顯示實際地理位置，因而無法使用
2. 座標成果明顯錯誤



GIS軟體展示成果

手機可匯出格式至QGIS展示(使用「Layer->Add Layer->Add Point Cloud Layer」功能)(需全英文路徑)



研究課題(2)-土砂災害之防災規劃應用

結果與討論

地理資訊軟體應用-QGIS-手機3D模型套疊GIS成果

保全對象【205433, 2585576(TWD97)】



GIS軟體展示成果- LiDAR模型-保全對象

因僅能使用附加GPS的手機點雲，與附加控制點的UAV比較，明顯偏移
且房屋背後側有明顯樹蔭

以標定點位為例，X差異最小為0.215m，Y差異最小為5.005m，斜距差異5-7m



位置	工具	X (m) (TWD97)	Y (m) (TWD97)	點位 斜距 (m)	差異值 (m)
紅色房屋 左側屋角	手機	205423.011	2585579.668	7.663	X: 0.215 Y: 7.602 斜距: 7.663
	UAV	205423.226	2585572.066		
白色房屋 左側屋角	手機	205428.729	2585583.789	5.067	X: 0.784 Y: 5.005 斜距: 5.067
	UAV	205429.513	2585578.784		



結果與討論

地理資訊軟體應用-QGIS-手機3D模型套疊GIS成果

土石流潛勢溪流-嘉縣DF051中游-大粒徑塊石
【205557, 2585513(TWD97)】

研究課題(2)-土砂災害之防災規劃應用



GIS軟體展示成果- LiDAR模型-中游-大粒徑塊石

因僅能使用附加GPS的手機點雲，
與附加控制點的UAV比較，稍微偏移，且位於空曠處
以標定點位為例，

X差異最小為0.145m，Y差異最小為0.338m，粒徑差異0.008m



位置	工具	X (m) (TWD97)	Y (m) (TWD97)	中值 粒徑 (m)	差異 值 (m)
塊石 1號	手機	205558.241	2585518.700	1.490	X: 0.145 Y: 0.517 粒徑: 0.010
	U A V	205558.096	2585518.183	1.500	
塊石 2號	手機	205557.859	2585517.393	0.903	X: 0.319 Y: 0.421 粒徑: 0.053
	U A V	205557.540	2585516.972	0.956	
塊石 3號	手機	205557.487	2585516.280	1.135	X: 0.492 Y: 0.338 粒徑: 0.008
	U A V	205556.995	2585515.842	1.127	



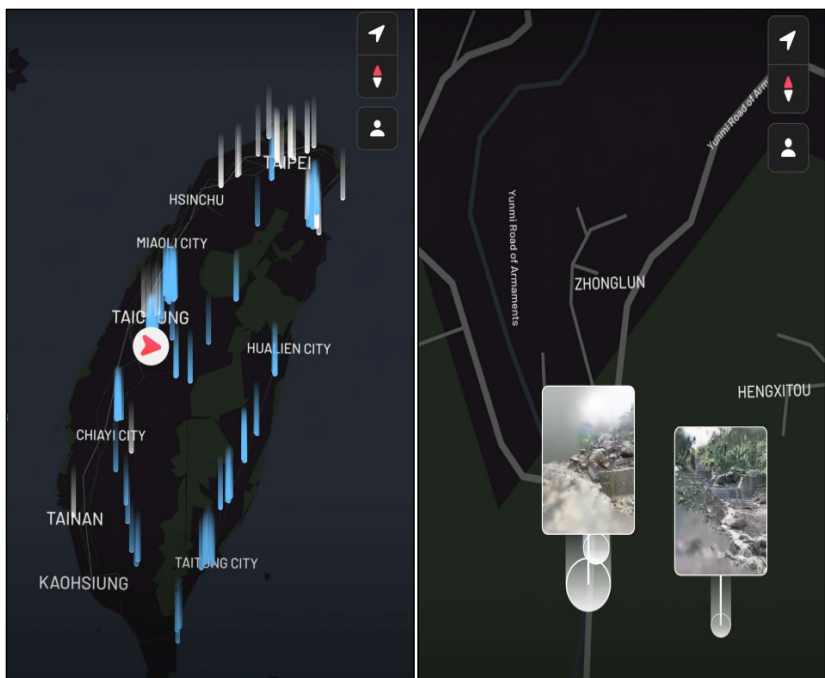
研究課題(2)-土砂災害之防災規劃應用

結果與討論

地理資訊軟體應用-GIS-手機3D模型地理位置展示方式建議



更多農村水保署3D建模成果可參考
「農村水保署技術研究發展平臺-3D建模成果」



手機3D模型地理位置展示方式(1)
APP內建單點座標2D地圖模式
(以APP-Scaniverse為例)

以單點座標顯示於2D地圖，另開視窗展示3D模型



手機3D模型地理位置展示方式(2)
單位機關建立單點座標2D地圖模式專頁
(以農村水保署技研平臺-3D建模成果為例)

以單點座標顯示於2D地圖，另開視窗展示3D模型



手機3D模型
地理位置展示方式(3)
免費3D地理資訊圖台
(以CESIUM-ion為例)
擁有地理座標之3D模型定位於3D圖台展示



研究課題(2)-土砂災害之防災規劃應用

結果與討論

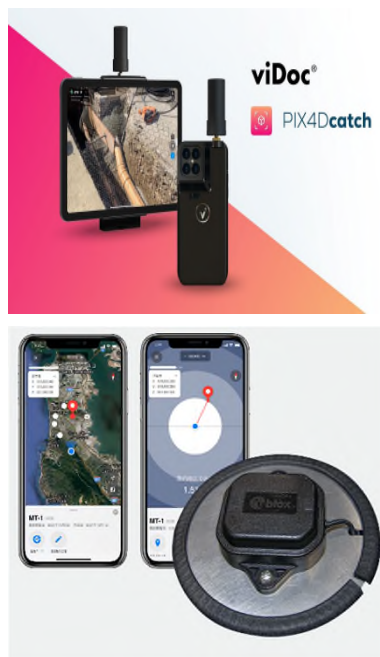
地理資訊軟體應用-GIS-手機3D模型地理位置展示方式建議



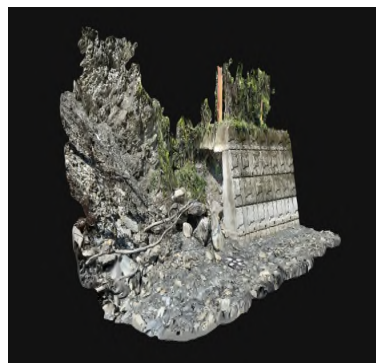
即時動態定位(RTK)
-LiDAR掃描3D建模
-浮動解



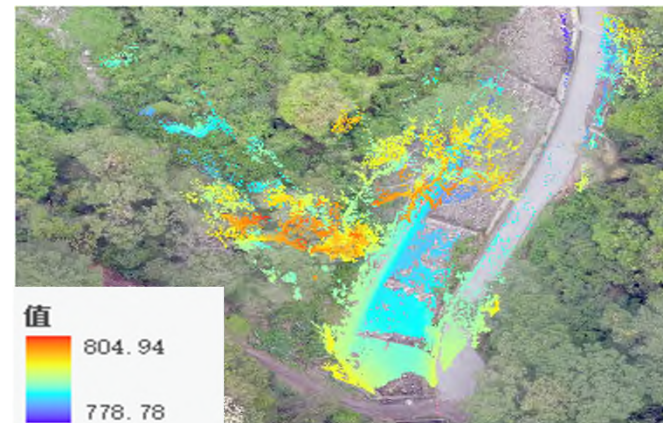
即時動態定位(RTK)
-固定解



手機定位輔助器



大規模崩塌-
邊坡與擋土牆成果



土石流潛勢溪流-護岸成果

手機3D模型地理位置展示方式(4)

手機定位輔助器提升模型定位精度

以手機定位輔助器將GPS級定位提升至GNSS級定位

以研究成果為例，與衛星定位儀比較差異值

即時動態定位(RTK)-固定解-三維座標最低6cm，

即時動態定位(RTK)-3D建模-浮動解-三維座標最低15.7cm

參考文獻：

1. 李哲宇、洪若彬、陳振宇、陳國威、簡靖翰，2024，多元智慧型手機測繪方法於土砂災害現場建置三維資料之應用探討，第42屆測量及空間資訊研討會。
2. 李哲宇、洪若彬，2024，多元智慧型手機測繪方法於土砂災害現場建置三維資料之應用探討，群立科技-翻轉現地3D測繪新思維研討會。



結論

- 針對調查目標，利用360環景可了解局部廣域的地物與地貌狀況，且可搭配正射影像互相比對得到相對位置。相較過去需使用專用360環景相機拍攝或從平面圖辨識，可大幅提升效率，提供情資判斷。
- 針對調查目標使用智慧型手機利用免費版應用程式進行土砂災害現場調查，依本次土石流災害成果顯示，可針對整體集水區進行完整調查(如:上游崩塌地、中游、下游、保全對象)，且可完整展示現場環境3D場景，並進一步量化土砂災害現場狀況(如:土砂淤積高度、防砂構造物淤砂量、上游崩塌三維資料)。因其攜帶方便，能夠現場快速產製成果，對於未來在偏遠山區進行土砂災害調查作業，可做為提升作業效率的新選擇。
- 手機建立之3D模型三維資料，利用UAV與遙測資料進行相對位置之尺寸驗證，結果顯示，與UAV比較最低0.2%、最高4.6%的差異比率，另外上游崩塌地與遙測影像進行比較，長度約2.7%、寬度約1.6%，與崩塌面積約9%的差異比率，相較過去多種工具攜帶便利性而言，便利性提高且在防災應用上尚可應用。



結論

- 智慧型手機可匯出多種3D點雲與模型格式，至桌機端免費軟體進行加值應用時，針對點雲應用、繪圖規劃應用、地理資訊應用等面向可以進行多元的使用。點雲應用方面可以計算3D模型的三維尺寸與進行縱橫斷面資料匯出；繪圖規劃應用方面可以匯入3D模型資料進行展示與編輯2D圖面，得到各斷面真實地形之河道三尺寸、高度與坡度；地理資訊應用方面，LiDAR產製之模型可顯示實際地理位置，但攝影測量法無法顯示實際地理位置。其中LiDAR模型與UAV進行驗證比較，有較明顯之位置偏移，成果顯示絕對位置差異值最小為14.5cm，最大約為5m，另外相對位置進行驗證最小為0.8cm。以上三個面向成果顯示，智慧型手機產製3D模型可擁有後續眾多的應用空間。
- 3D模型地理位置資訊展示部分，可進一步應用單點座標2D地圖模式、免費3D地理資訊圖台進行適合的展示方式。或建議可利用高精度之手機定位輔助器進行測繪，以提高3D模型於地圖的定位精度。



建議

- 智慧型手機產製3D模型時，**拍攝位置仍需可到達且挑選可取像完整的位置**，如需產製上游較難到達之位置(如崩塌地)，需依靠其他載具(如UAV)進行取像後匯入手機產製，建議手機未來針對現場無法到達之位置時，**以輔助角度針對其他載具產製之影像進行快速建模而得到成果**。
- 智慧型手機進行測繪且未有手機定位輔助器時，依研究結果顯示，較適用於相對位置之三維資料應用，**絕對位置之三維資料尚需進一步進行探討位置校正方式或精度提升方法**。
- 因建模方式影響，目前智慧型手機產製之模型，**僅有LiDAR測繪的方式可顯示實際地理位置，照片攝影測量法則無法顯示**，建議未來可針對照片攝影測量法部分進一步探討地理位置定位方式。
- 利用其他載具影像匯入智慧型手機進行3D模型建置時，需注意其為利用**相對比例尺進行量化的特性**，取像周遭**需盡量包含可相對比例尺量化的特徵物**(如房屋、車子、道路)；另因建模時需利用雲端上傳進行製作，可**考慮選擇適當的網路環境**下進行作業。