

重大土砂災害集水區工程擴增實境管理
系統建置
**Augmented reality system development for
construction management in major
sediment disaster watershed**
成果報告書

執行單位：國立高雄科技大學營建系

執行期間：107 年 02 月 09 日至 107 年 12 月 31 日

計畫主持人：盧之偉 教授

行政院農業委員會水土保持局 編印

中華民國 107 年 12 月

（本報告書內容及建議純屬執行單位意見，僅供本局施政參考）

重大土砂災害集水區工程擴增實境管理系統建置

摘要

本計畫發展一套利用建築資訊模型和擴增實境技術的綜合新技術，目標在降低以往於工程施作時發現設計與現地狀態不符，或設計結果不如預期而產生變更設計等問題；並可於工程設計階段進行設計變更後，方便材料及造價估算重新進行計算，以及不同年度之工程設施綜合工程管理；甚至於工程施作完成後，將可以客觀藉由現地量測數據與分析模式加以驗證並可進行水保工程效益的評估。

本計劃具體產出建立(1)挑流工、砌石護岸、混凝土柱潛壩、鋼板樁護岸、蜂巢圍束網格堆疊護岸的工程模型、(2) 3D模型Web管理介面、(3)工程實境APP。本計劃之產出應可供水保局立即應用以及後續發展使用。

關鍵詞：建築資訊模型、擴增實際技術、營建管理、電腦科技

Augmented reality system development for construction management in major sediment disaster watershed

Abstract

This project is focused on developing a new technique that incorporated with BIM and AR for the purposes that including to diminish a gap between the design phase and the construction phase, provide a convenient re-calculation tool for the construction cost, to evaluate effect of the construction work, and in the meanwhile, also provide validation evidence for the construction work.

The concrete output of this project is (1) Engineering model for soil and water conservation such as spur dike rockery revetment、submerged dam、steel sheet pile bulkhead、stacked cellular confinement (geo-cell) revetment, (2) 3D model management web, (3)APP for augmented reality. Those results are thought to be possibility applied in practice as well as further expansion.

Keywords: Building Information Modeling, Virtual Reality, Project management, Computer technique

目次

摘要	I
ABSTRACT	III
目次	V
表次	VII
圖次	IX
第一章 緒論	1-1
第二章 工作執行方法與步驟	2-1
第一節工作執行方法	2-1
第二節工作執行步驟	2-4
第三章 工作進度與交付項目	3-1
第一節計畫甘特圖	3-1
第二節計畫交付項目	3-2
第四章 工作成果說明	4-1
第一節集水區實境場景資料庫建置	4-1
第二節 3D 之工程模型資料庫建置	4-5
第三節工程擴增實境管理系統建置	4-15

第五章結論及建議	5-1
第一節結論	5-1
第二節建議	5-2
參考文獻	參-1
附錄	附-1
附錄一、期初審查會議紀錄暨回覆辦理情形	附-1
附錄二、期中審查會議紀錄暨回覆辦理情形	附-5

表次

表 3-1 工作進度甘特圖	3-1
---------------------	-----

(以下略)

圖次

圖 2-1 計畫工作範圍相關位置圖	2-4
圖 2-2 工程擴增實境管理系統架構	2-5
圖 2-3 模型資料庫 WEB 管理介面示意圖	2-7
圖 2-4 室內虛擬實境展示功能構想畫面(1)	2-7
圖 2-5 室內虛擬實境展示功能構想畫面(2)	2-8
圖 2-6 室內虛擬實境展示功能構想畫面(3)	2-8
圖 2-7 現場擴增實境展示展示構想畫面(1)	2-9
圖 2-8 現場擴增實境展示展示構想畫面(2)	2-9
圖 4- 1PIX4DMAPPER 程式操作首頁介面	4-1
圖 4- 2 PIX4DMAPPER 拍攝航線地圖展示	4-2
圖 4- 3 PIX4DMAPPER 光雲介面展示	4-2
圖 4- 4 PIX4DMAPPER 3D 模型展示預覽介面	4-3
圖 4- 5 製作成果檔案列表圖示	4-3
圖 4- 6 本計畫利用 UAV 產製之 DSM 99 年河道地形前後 相減變化比較	4-4
圖 4- 7 設定結構體高度	4-5
圖 4- 8 匯入 CAD 圖檔	4-6
圖 4- 9 修改尺寸	4-6
圖 4- 10 切換 3D	4-7
圖 4- 11 鋼板樁繪製	4-7
圖 4- 12 擺放鋼板樁	4-8
圖 4- 13 修改材料類型	4-8
圖 4- 14 表面材質	4-9

圖 4- 15 元件成果.....	4-9
圖 25 鋼板樁護岸模型圖	4-10
圖 26 鋼板樁模型細部圖樣	4-11
圖 27 混凝土砌石護岸模型圖	4-12
圖 28 挑流工模型圖	4-13
圖 20 梳子壩模型圖	4-14
圖 4- 16 重大土砂災害集水區工程擴增實境管理系統首頁	4-15
圖 4- 17 使用者登入畫面.....	4-16
圖 4- 18 3D 模型編輯視窗	4-16
圖 4- 19 3D 模型建置成果清單	4-17
圖 4- 20 新增模型視窗	4-18
圖 4- 21 3D 模型編輯頁面	4-18
圖 4- 22 實際操作影片	4-19
圖 4- 23 3DAPP 手持裝置首頁畫面	4-20
圖 4- 24 APP 功能選單畫面	4-21
圖 4- 25 虛擬放樣功能畫面	4-22
圖 4- 26 虛擬放樣現況 01.....	4-23
圖 4- 27 虛擬放樣現況 02.....	4-23
圖 4- 28 虛擬放樣現況 03.....	4-24
圖 4- 29 模型修飾畫面	4-25
圖 4- 30 模型展演畫面(來義現有擋土牆 - 鋼板樁).....	4-25
圖 4- 31 模型展演畫面(來義-挑流工).....	4-26
圖 4- 32 模型展演畫面(來義-砌石護岸).....	4-26
圖 4- 33 地形展演畫面	4-27

(以下略)

第一章 緒論

近年來，國際上普遍性在營建工程領域中逐漸採用地建築資訊模型技術，國內將BIM技術逐漸被導入及應用於大型專案工程中，BIM概念主要是期望將建築工程中圖形與非圖形資訊整合於資料模型中，而這些資訊不只是可以應用於設計施工階段，亦可以應用於完工後管理、效益評估等等。而建築資訊模型展示的方式主要以3D模型為基礎，再結合營建工程專案等各種相關資訊的工程資料模型，用以支援營建工程的整合管理，如此一來，可以顯著提高營建工程進行中的效率並大量降低風險。因BIM資訊模型橫跨建築、土木及水利機電等工程，包含3D幾何模型、規範、性質、材料及尺寸位置、數量、以及可結合地理拓撲資訊及周遭環境狀況；於營建生命週期在各階段中，若進行變更改設計，各階段其所影響的時間與成本間比重程度。在設計之初即能積極導入BIM技術，預料可及早掌握工程未來可能發生問題，及早解決，並減少日後施工階段變更設計問題，提高營建工程進行中的效率並大量降低風險。台灣土木工程界一些較大型的顧問公司如台灣世曦等皆將BIM技術納入治專案管理之中，以強化介面複雜的工程之各項介面之連結，也都已經有一些步錯的成果。因此本計畫首先突出利用BIM技術應用在水保工程的計畫專案上，以發揮其上述之優勢，接著採用擴增實境的技術，將3D的工程影像與現地狀態相互結合，在成果呈現尚有一個良好的平台可供使用者討論。

而擴增實境(AR)，是利用一種實地即時計算攝影機影像的位置及角度，並加上相對映的圖像技術，這種技術的目標是在螢幕上將虛擬世界套用在現實世界並進行互動，而隨著隨身電子產品運算能力提

升，預期擴增實境的用途將會越來越廣；本計畫則是擬定這 AR 使用技術將第一階段 BIM 的數位化成果視覺化，使得使用者能更親切的與實體環境與數位介面互動。

第二章 工作執行方法與步驟

第一節 工作執行方法

一、BIM技術導入與擴增實際技術應用

一般在工程上可以藉由 BIM 技術整合建築相關法規、氣候/地區資料、地籍圖、設計規範、鑽探調查報告等資料，將其應用於工程技師事務所整體規劃作業流程中，包含現地調查、法規及現況檢討、外觀配置、環境影響評估，最後輸出 3D 立體模型、2D 平(立、剖)面圖、能源分析結果(1D 文字、2D 圖表、3D 模型視覺化呈現)、甚至各種安全性率分析等等結果，以供水保技師等所完成設計規劃及監造相關作業。在水保工程上經常使用並與本計畫涵蓋標的物有相關的各種因子包含：

(一)環境影響評估：

本計畫將利用 BIM 在土木工程上將鄰房建物及道路模型匯入，藉以了解是否影響鄰近環境及結構組成，例如環境破壞或地下深開挖對鄰房安全性造成危害等的特色，用於水保工程上尋求類似的工程界面之衝突點。

(二)設計界面整合：

將繪製完成之基本 3D 建築模型，結合專業設計，例如機電、結構、通訊系統，進行套圖界面繪製整合，解決傳統 2D 圖面套圖頻頻出錯的問題，進而執行 3D 專業設計碰撞偵測，可避免結構系統發生衝突，提昇設計之準確性和審查效率。

(三)施工排程模擬：

模擬施工排程狀況，排除實際之工作排程問題，且施工單位可依據每日實際施工項目登錄記載施工進度，有利於施工單位自主管理、避免工程延宕。

(四)數量及成本估算：

將數量及成本輸出 Excel 格式，以利工程師扮演監造角色，藉以掌握施工及供應商單位申請之工程款項，防弊浮報價格產生。

(五)外觀之配置模擬：

一般業主對於閱讀工程平面圖說理解能力不足，可藉由 3D 模型來說明水保工程之外觀及透視圖，以視覺方式解除業主對於工程體之外觀等的疑惑。

(六)變更設計：

BIM 設計主要以 3D 模型為主，再切換不同視角輸出工程圖，所以設計人員可以直接於模型中變更設計，即可同時完成所有圖紙的更改，大幅縮短傳統逐張圖紙修改的時間及降低圖紙的非一致性。

(七)計劃溝通：

利用 3D 輔助設計繪圖技術，能迅速與各方做溝通，提升效率，減少傳統 2D 平面圖在溝通上，所產生之誤會與隔閡。

(八)工程進度監控檢視：

透過不同顏色提供工程師、業主及營造廠三方做即時掌控工程進度，進而得知工程未完工或進度落後…等現況，儘

早做狀況處理之後續動作。

本研究採用 Revit 軟體來建置基本 3D 模型，將蒐集到的設計圖面轉換成 3D 立體數位資料，在本計畫涉及到的概念包含(一)、(二)、(六)、(七)和(八)。

而在擴增實際技術採用 UNITY 遊戲引擎開發可跨平台之工程擴增實境 APP。介面設計採可即時調整設計，使用者於介面上可直接調整模型之位置、尺寸及旋轉等，以增加使用者間之討論與互動。而工程擴增實境 APP 主要分為兩部分，其一為室內虛擬實境展示，另一為現場擴增實境展示，以充分協助不同需求的使用者在各狀態下之所需。

第二節 工作執行步驟

一、集水區實境場景資料庫建置

本計畫選定屏東縣來義鄉之來社溪集水區(圖 2-1)，來社溪集水區面積約 4,424 公頃，98 年 8 月莫拉克颱風期間，造成該集水區內多處大規模崩塌(崩塌率達 7.7%，崩塌面積約達 340 公頃以上)，大量土石堆積上游溪床(堆積深度初估約 20-40 公尺)，近年來每逢豪大雨，土砂下移淤積導致溪床壅高，危及義林部落、來義部落及交通設施。為達到坡地保育與土砂災害管理等目標，本計畫蒐集歷年航照及 UAV 空拍影像，製成集水區實境場景(包含數值高程模型及正射影像)，以 OBJ、FBX 等通用格式，匯入到 3D 模型資料庫中。無 UAV 空拍影像處，則由本計畫自行拍攝建置。透過來社溪集水區實境場景之建置，可供擬定保育治理計畫參考，作為爾後整治之參考依據。

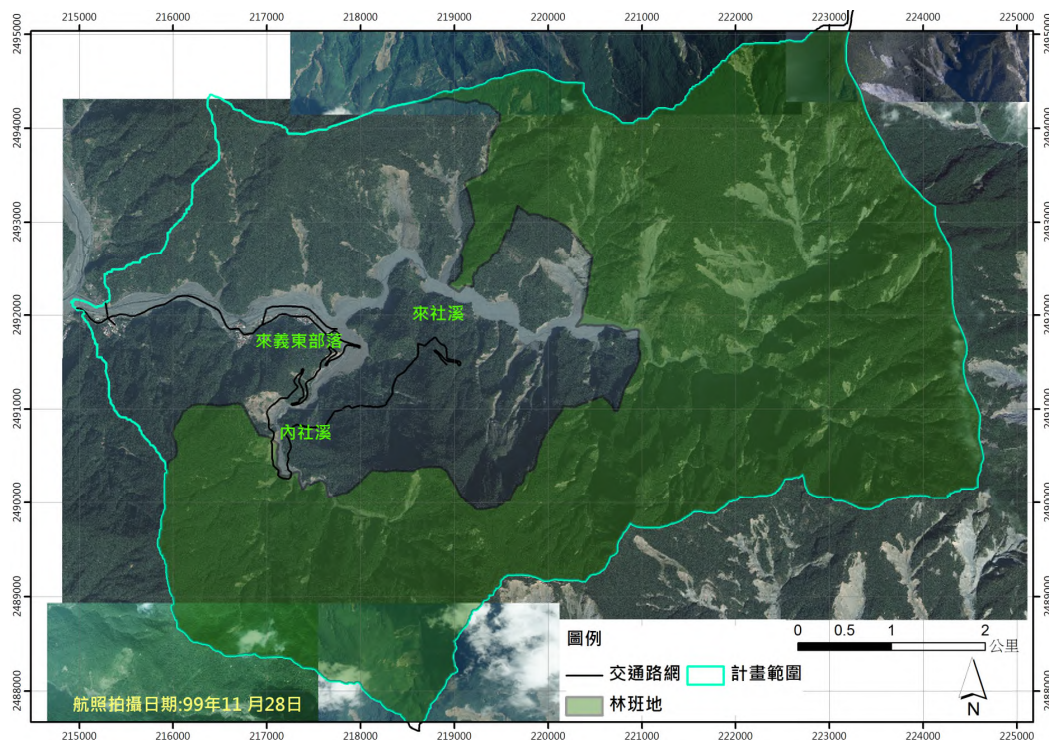


圖 2-1 計畫工作範圍相關位置圖

二、3D 之工程模型資料庫建置

以來社溪集水區為範圍，將上述集水區內已完成或正在設計之 2D 水保工程設計圖，利用 BIM 建模軟體，轉為 3 度空間之工程模型，並可匯入到 3D 模型資料庫中。

三、工程擴增實境管理系統建置

工程擴增實境管理系統包含 3D 模型 Web 管理介面、工程擴增實境 APP 開發 3D 模型資料庫規劃建置(圖 2-2)：

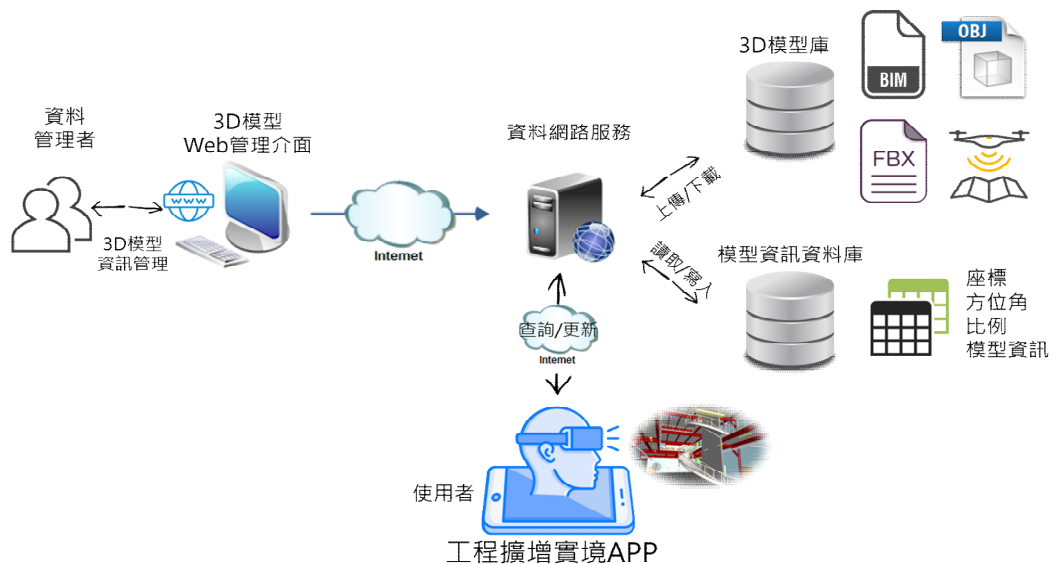


圖 2-2 工程擴增實境管理系統架構

(一) 3D 模型 Web 管理介面：

3D 模型 Web 管理介面使用 three.js 套件及網頁技術，建構 3D 模型資料庫，使用者可透過 3D 模型網頁管理介面，進行 3D 工程模型及集水區實境場景之上架、刪除、3D 展示、下載、權限控管等管理功能。依據不同使用者(工程設計人員、承辦人、單位主管)設計不同之權限，可供執行工程設計單位或業務相關人員透過網路進行 3D 模型資料上傳、下載作業。業務相關人員可進行 3D 模型管理，

而單位主管則可進行集水區內所有工程之查詢、套疊與展示。上架後之 3D 實境場景模型及 3D 工程模型可即時於工程擴增實境 APP 中進行展示與呈現。

(二) 建構 3D 模型資料庫：

3D 模型資料庫主要以模型檔案與模型資訊資料庫方式進行管理，模型檔案為 3D 模型資料之儲存格式，初步規劃為 OBJ、FBX 等通用之模型格式，模型資訊資料庫則紀錄模型實際之座標、方位角、尺寸與模型相關之屬性資訊。透過 3D 模型 Web 管理介面可進行 3D 模型之查詢、上架、刪除與維護等管理工作。

(三) 工程擴增實境 APP 開發：

使用 UNITY 遊戲引擎開發可跨平台之工程擴增實境 APP。介面設計採可即時調整設計，使用者於介面上可直接調整模型之位置、尺寸及旋轉等，以增加使用者間之討論與互動。工程擴增實境 APP 主要分為兩部分，其一為室內虛擬實境展示，另一為現場擴增實境展示。

1. 室內虛擬實境展示功能，以虛擬眼鏡為主要呈現方式，將安裝工程擴增實境 APP 之手機方置於虛擬眼鏡內，使用者戴上虛擬眼鏡後，可於室內展現 3D 實境場景模型及 3D 工程模型之工程，透過內建之文字、動畫、影音等導覽解說內容與使用者互動，另可透過手機掃描圖卡方式展現 3D 模型資料庫內之集水區實境場景、3D 工程模型，於點選模型後畫面會出現現地照片與解說內容，可提供使用者與尚未到達集水區前，對於工程以俯瞰方

式，有一初步之認知與瞭解。虛擬眼鏡目前功能尚未達到穩定階段，且價格不菲，可待穩定後納入後續計劃中購買使用。

2.現場擴增實境展示，則設計以手機方式可讓使用者於工程尚未施作前，於現地進行虛擬放樣，將預計施作之 3D 工程模型與現場實況影像疊合，模擬展現施工後之工程現況，提供工程設計修正與討論互動之有效互動平台。

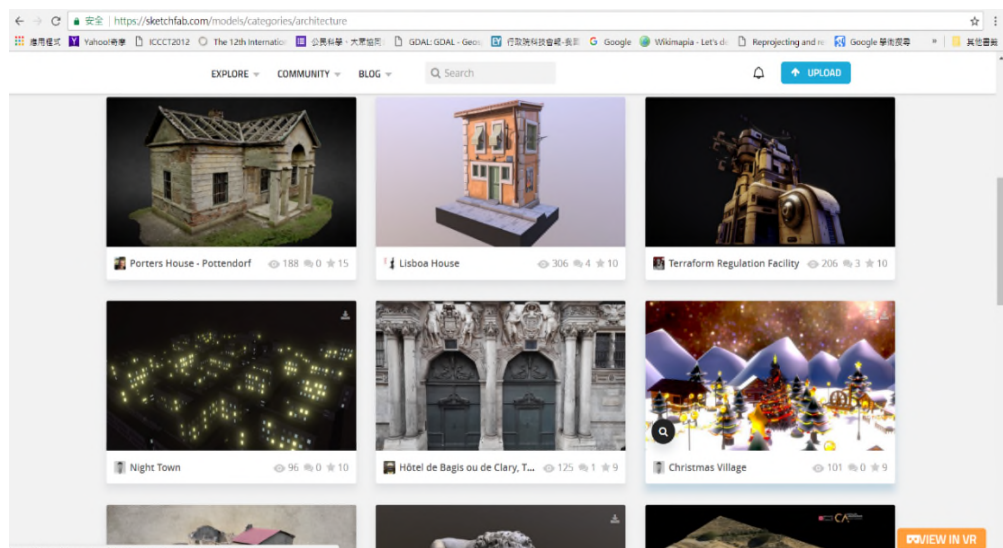


圖 2-3 模型資料庫 web 管理介面示意圖



圖 2-4 室內虛擬實境展示功能構想畫面(1)

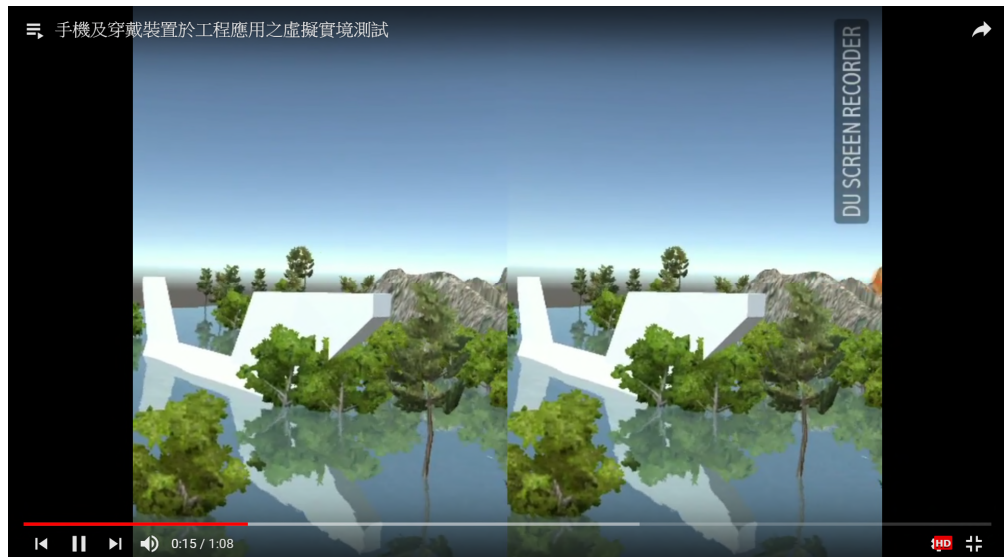


圖 2-5 室內虛擬實境展示功能構想畫面(2)



圖 2-6 室內虛擬實境展示功能構想畫面(3)

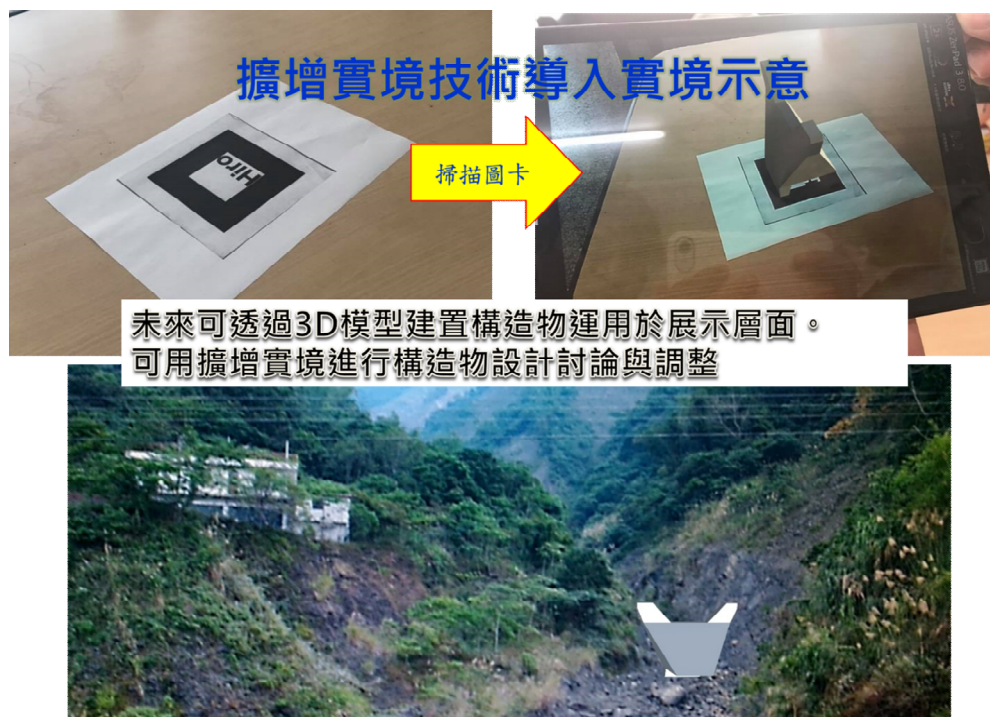


圖 2-7 現場擴增實境展示展示構想畫面(1)



圖 2-8 現場擴增實境展示展示構想畫面(2)

第三章 工作進度與交付項目

第一節 計畫甘特圖

本計畫之工作進度如下表一甘特圖所示：

表 3-1 工作進度甘特圖

Items \ Time	2018											
	Feb.	March	April	May	June	July	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.	
1.資料蒐集												
2.文獻回顧												
3.數位地形資料取得												
4.工程模型資料庫建置												
5.工程擴增實境管理系統建置												
6. Submit report												

目前計畫完成度 100%，已建置資料庫模型與工程擴增實境管理系統。

第二節計畫交付項目

本計畫交付之成果有三大項:

- 一、屏東來社溪集水區潛在大規模崩塌地區，蒐集歷年航照及UAV空拍影像，製成集水區實境場景(包含數值高程模型及正射影像)，以OBJ等通用格式，匯入到3D模型資料庫中。若無UAV空拍影像，則由本計畫自行拍攝建置。
- 二、利用BIM建模軟體將2D水保工程設計圖，轉為3度空間之工程模型，並匯入到3D模型資料庫中。
- 三、工程擴增實境管理系統包含3D模型資料庫規劃建置、工程擴增實境APP開發3D模型資料庫規劃建置。

第四章 工作成果說明

第一節集水區實境場景資料庫建置

本計畫使用 Pix4Dmapper 進行來社溪集水區實境場景資料建置，將無人載具拍攝之集水區照片，產製成實境場景模型(.OBJ)，並將實境場景模型匯入置資料庫中，後續可於工程擴增實境管理系統進行管理與展現。Pix4Dmapper 為全自動快速空三軟體，搭配 UAV 無人載具，可快速產出拼接影像、數值地形模型、外方位參數，大幅降低傳統方式作業時間與成本，而本案以 Pix4Dmapper 進行來社溪集水區實境場景模型建置之流程與成果如所述：

(一).Pix4Dmapper 首頁介面如下圖 4-1，藉由建立專案來加入外業空拍機拍攝之空拍相片後，加入所建立的專案中。



圖 4-1 Pix4Dmapper 程式操作首頁介面

(二).載入空拍照片後，附有 GPS 空間坐標的照片點位會分布於地圖上，其分布點的密度與間隔以航線規劃之相片重疊率及路線進行航拍。佈設成果如下圖 4-2。

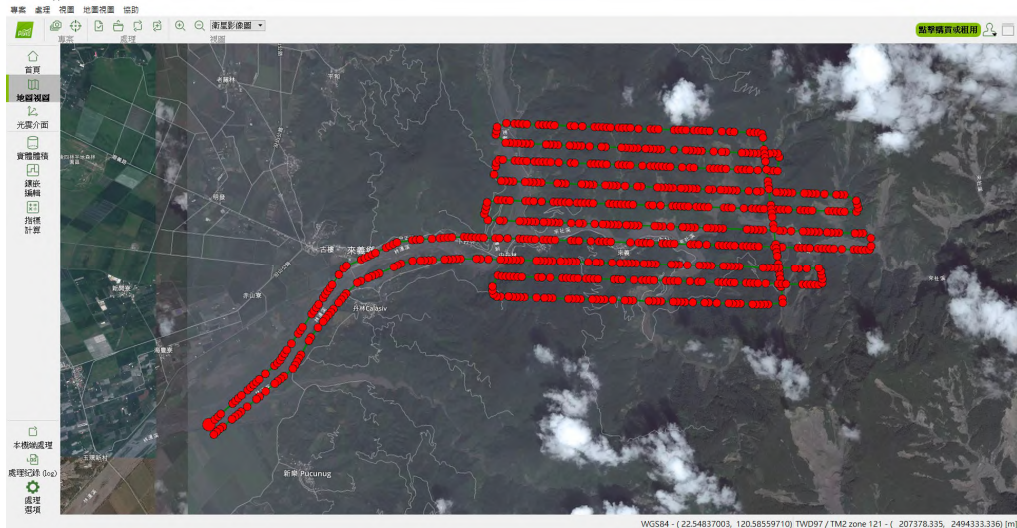


圖 4- 2 Pix4Dmapper 拍攝航線地圖展示

(三).在 Pix4Dmapper 程式中將照片加入後進行相片的拼接、程式自行計算空中三角測量並展示於程式上的光雲介面。如下圖 4-3。

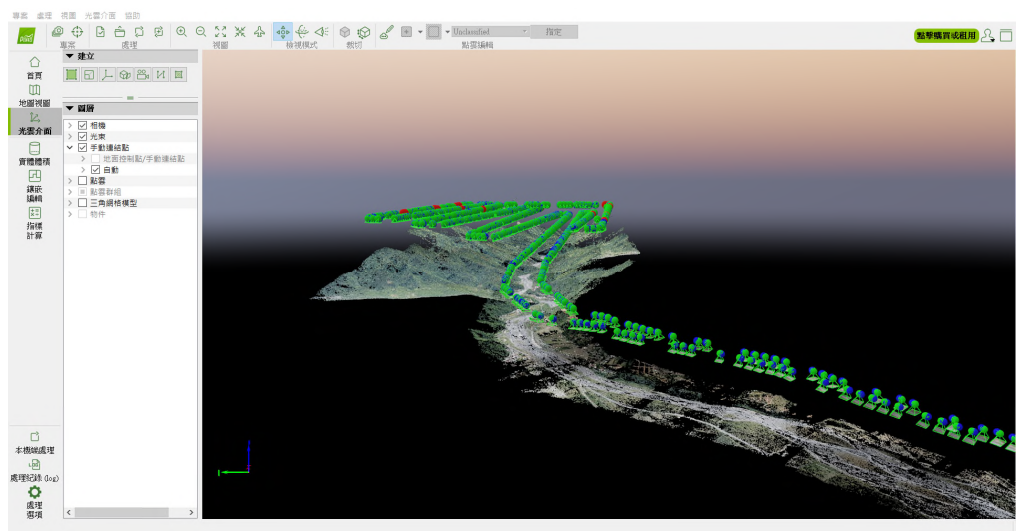


圖 4- 3 Pix4Dmapper 光雲介面展示

(四).當拼接過程完成後，在 Pix4Dmapper 軟體介面上則會顯示 3D 立體模型製作成果預覽，點實體體積選項則可觀看模型。如下圖 4-4。

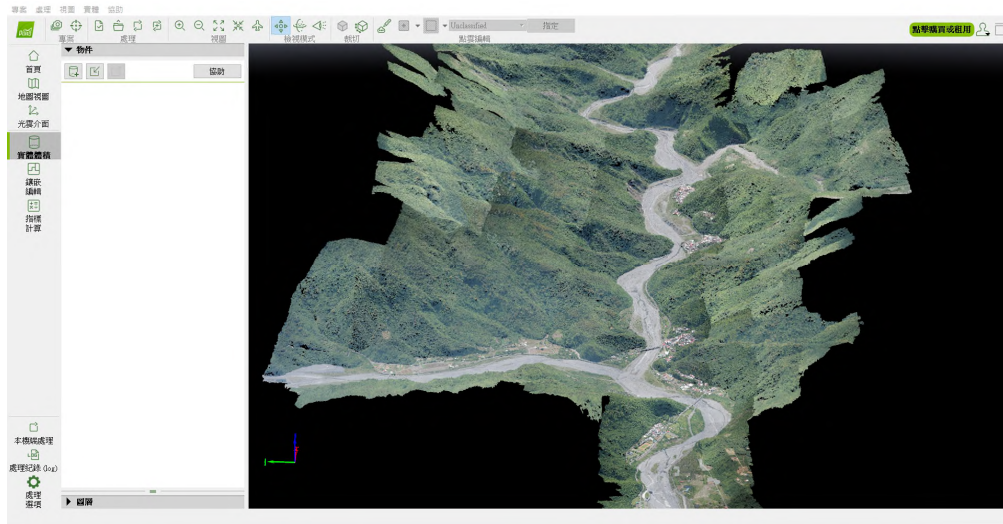


圖 4- 4 Pix4Dmapper 3D 模型展示預覽介面

(五).預設檔案產製存取位置，產製模型檔案分別會建置三個檔案，分別為 1._initial、2.densification、3._dsm_ortho 等。為原始值資料檔、模型建置之 Mesh OBJ 檔案，以及空拍產製之數值地形 DSM 與正射影像等。如下圖 4-5。

名稱	修改日期	類型	大小
1_initial	2018/6/28 上午 1...	檔案資料夾	
2_densification	2018/6/28 下午 0...	檔案資料夾	
3_dsm_ortho	2018/6/28 下午 0...	檔案資料夾	
temp	2018/8/2 上午 08	檔案資料夾	
來社溪.log	2018/7/4 上午 09	文字文件	4,475 KB

圖 4- 5 製作成果檔案列表圖示

(六).來社溪河道土砂變異分析

本計畫利用 UAV 產製之 DSM 與民國 99 年凡那比後之河道地形進行比較分析，顯示相較於 99 年的地形，來社溪及內社溪上游河道均已呈現刷深槽情形，與以往 99 年時之地形相比，淘刷深度約 0~13 公尺落差，而在下游來社 01 河段則有少量沖刷趨勢。整體而言，兩條溪流之上游河道逐漸沖刷為峽谷地形，但下游處及隘口區段則有土砂堆積的情形，此顯示土砂有逐漸自上游往下游搬運的現象。往後若有新的地形資料(本區或他區)皆可繼續上架，供後續使用。

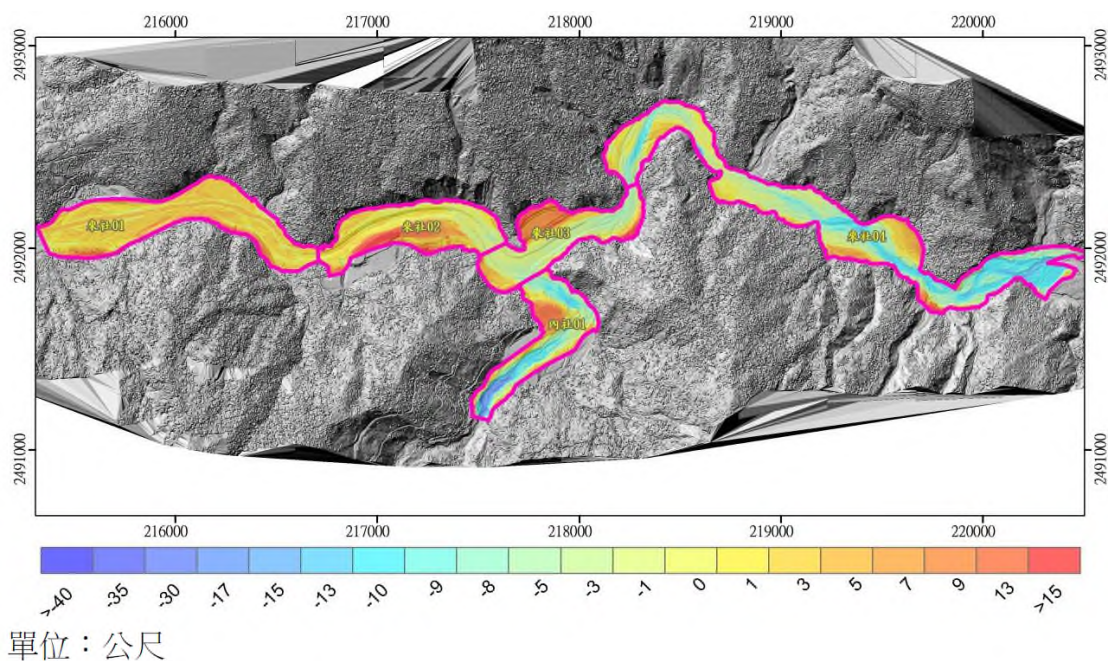


圖 4-6 本計畫利用 UAV 產製之 DSM 99 年河道地形前後相減變化比較

第二節 3D 之工程模型資料庫建置

本計畫使用 Autodesk Revit 軟體來進行 3D 模型建置，將 2D 水保工程圖轉換為 Revit 3D 元件，即可匯入工程擴增實境 APP 中進行展示與呈現。

一、現有模型元件繪製

1. 設定主結構體的高度，訂出樓層高度，如圖 4-7。

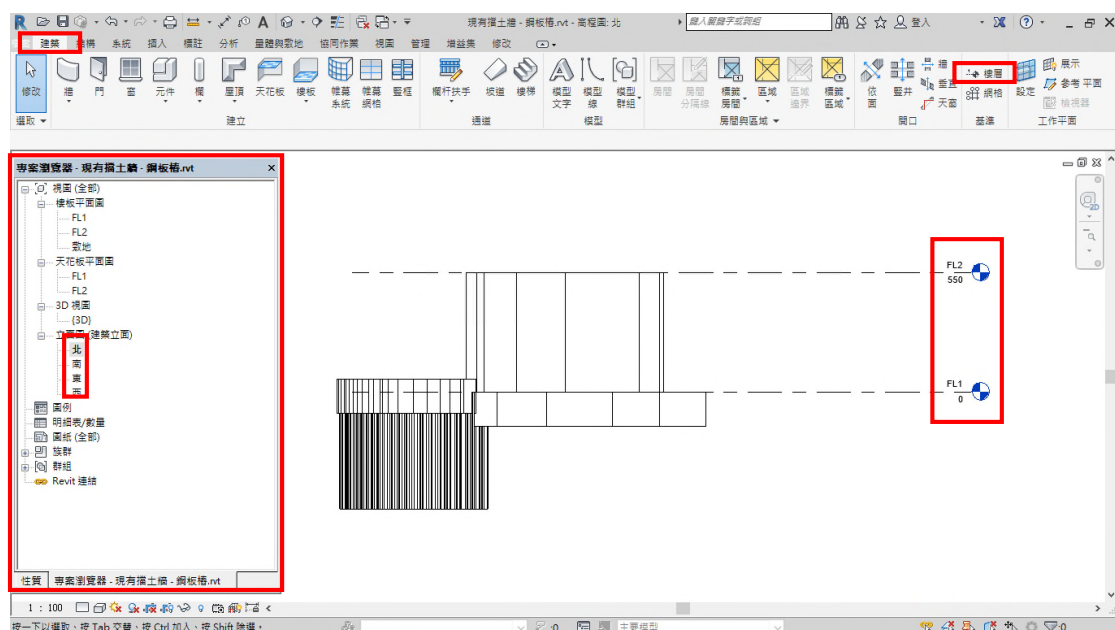


圖 4-7 設定結構體高度

2. 進入專案瀏覽器之敷地圖層，匯入 CAD 2D 水保工程圖檔，再利用指令修改比例調整至欲繪製的比例尺大小，如圖 4-8。

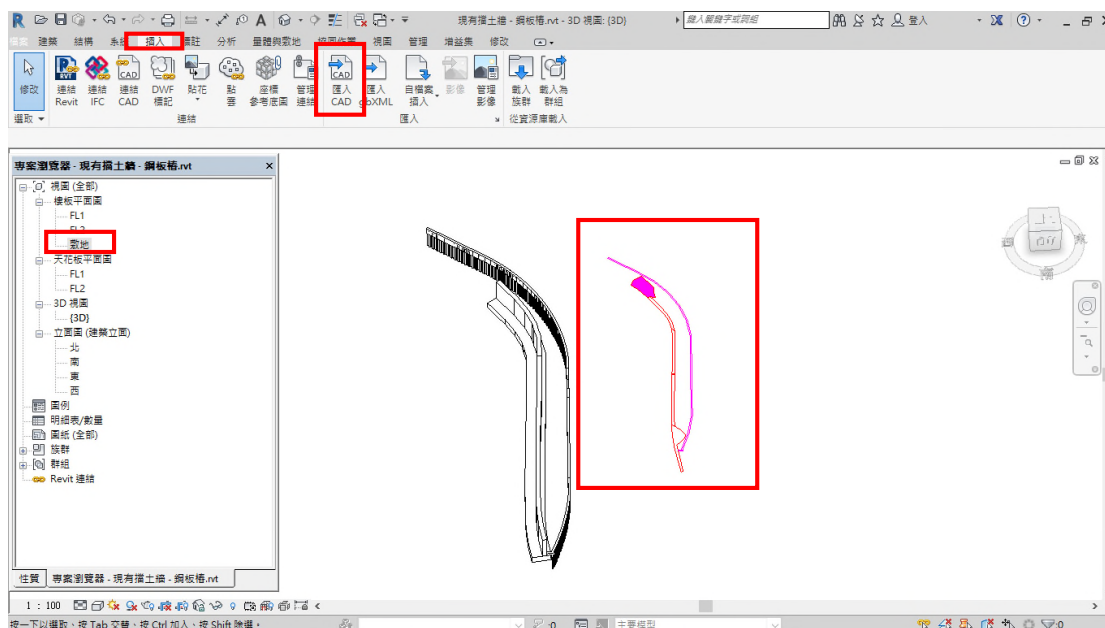


圖 4-8 匯入 CAD 圖檔

3.以擋土牆為例，於建築頁籤點選牆來進行繪製，需先編輯修改牆厚，以方便繪製，如圖 4-9。

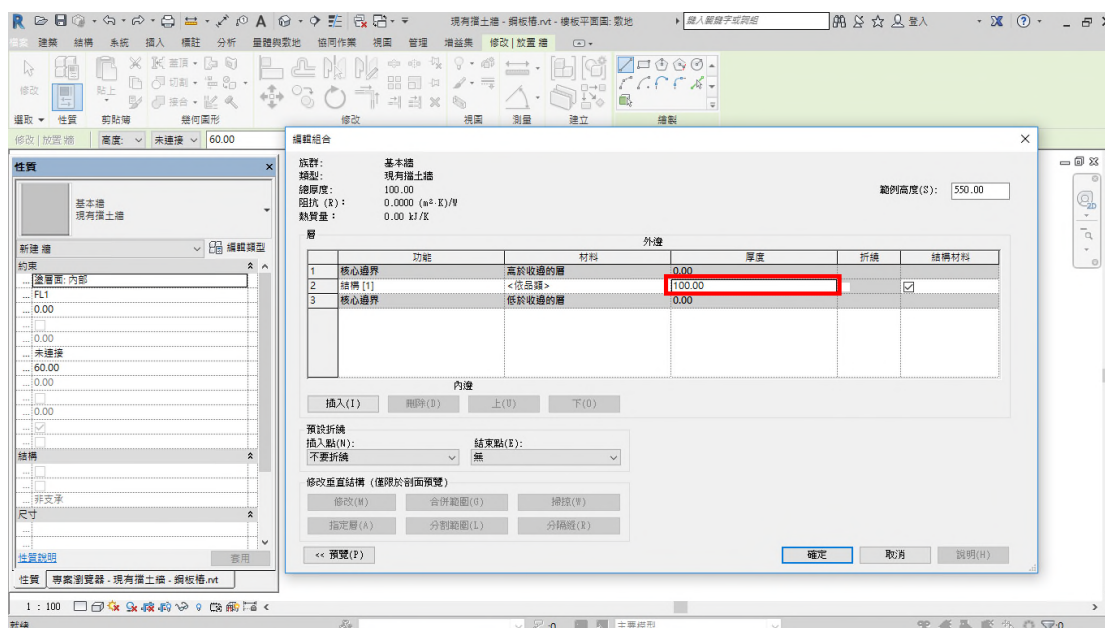


圖 4-9 修改尺寸

4.沿著已匯入的 2D 水保工程圖檔之外型線建立牆元件，完成後可進入 3D 視窗確認位置、高程是否正確，如圖 4-10。

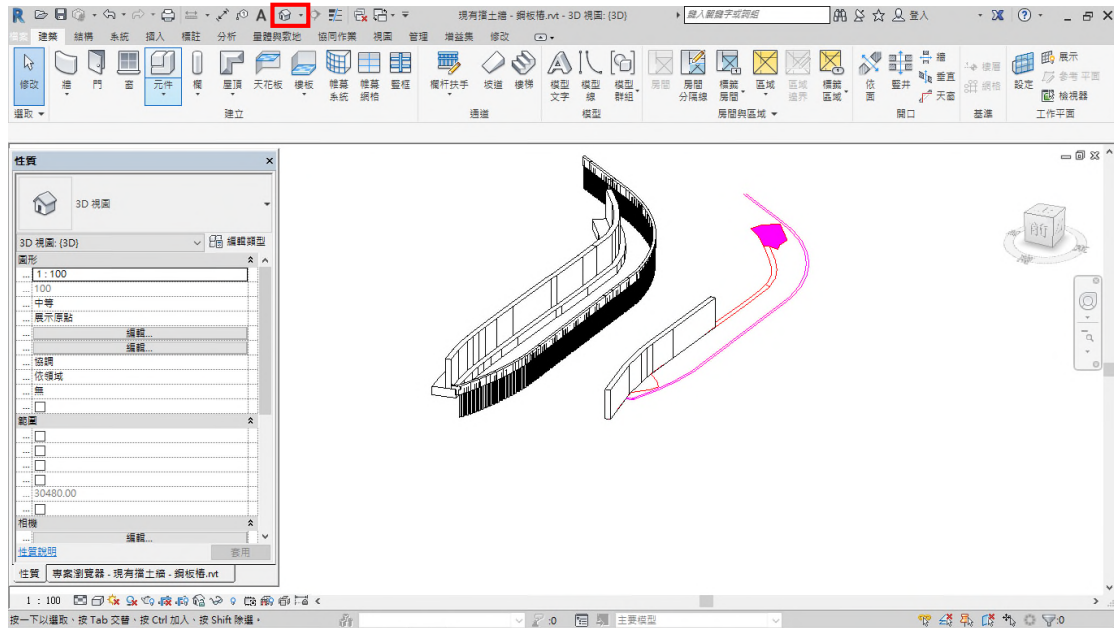


圖 4-10 切換 3D

二、新建模型元件繪製

1.先繪出鋼板樁形狀，再設定擠壓高度，如圖 4-11。

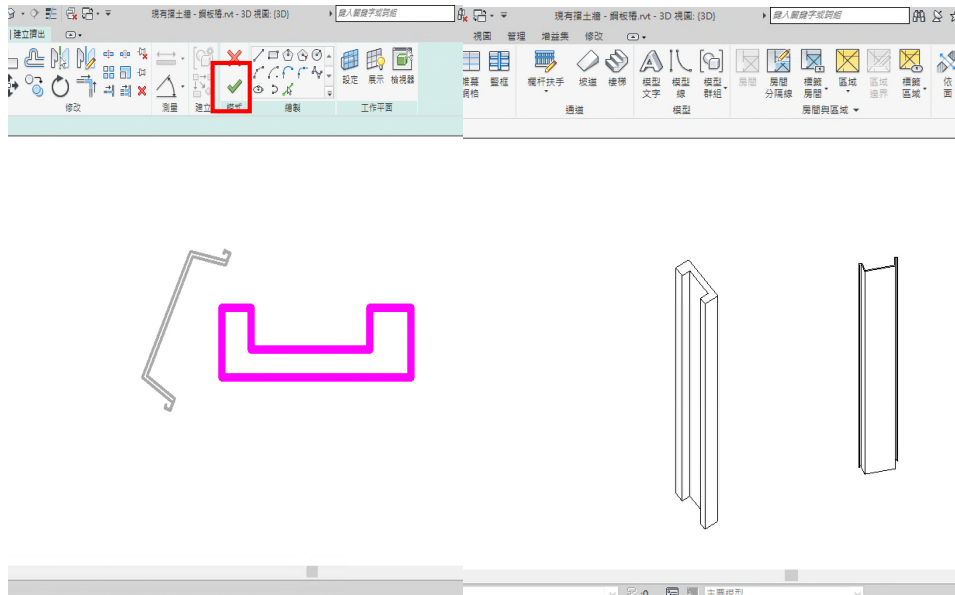


圖 4-11 鋼板樁繪製

2.將鋼板樁擺到欲擺放的位置，並切換至 3D 查看是否有誤。

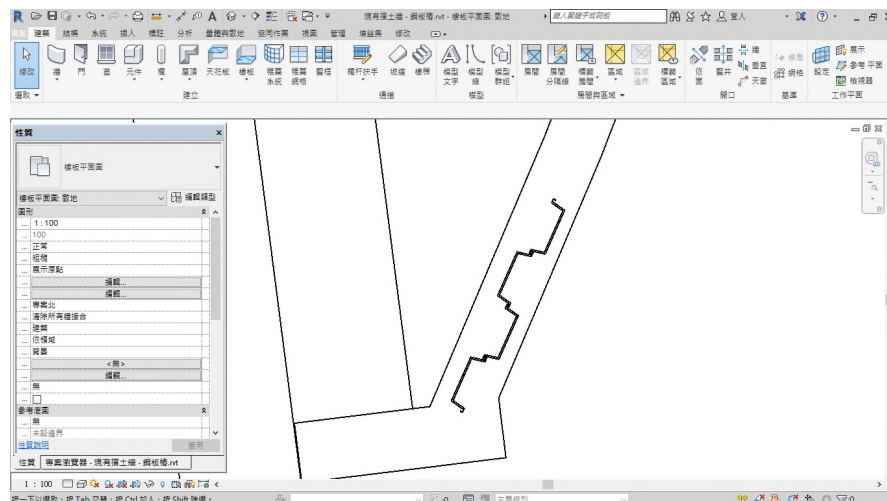


圖 4-12 擺放鋼板樁

三、模型元件外觀繪製

(一).內建之模型元件可於其性質面板之編輯類型中之”結構-編輯”內可修改其材料類型。

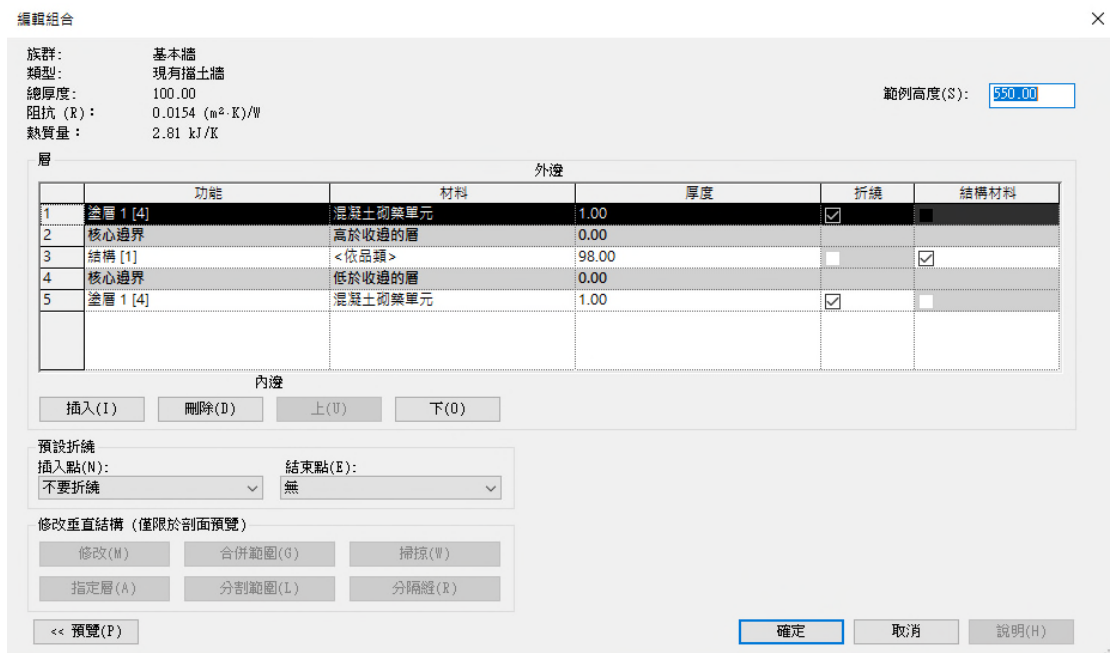


圖 4-13 修改材料類型

(二).除修改材料類型外，亦可自行載入影像作為元件之表面材質。

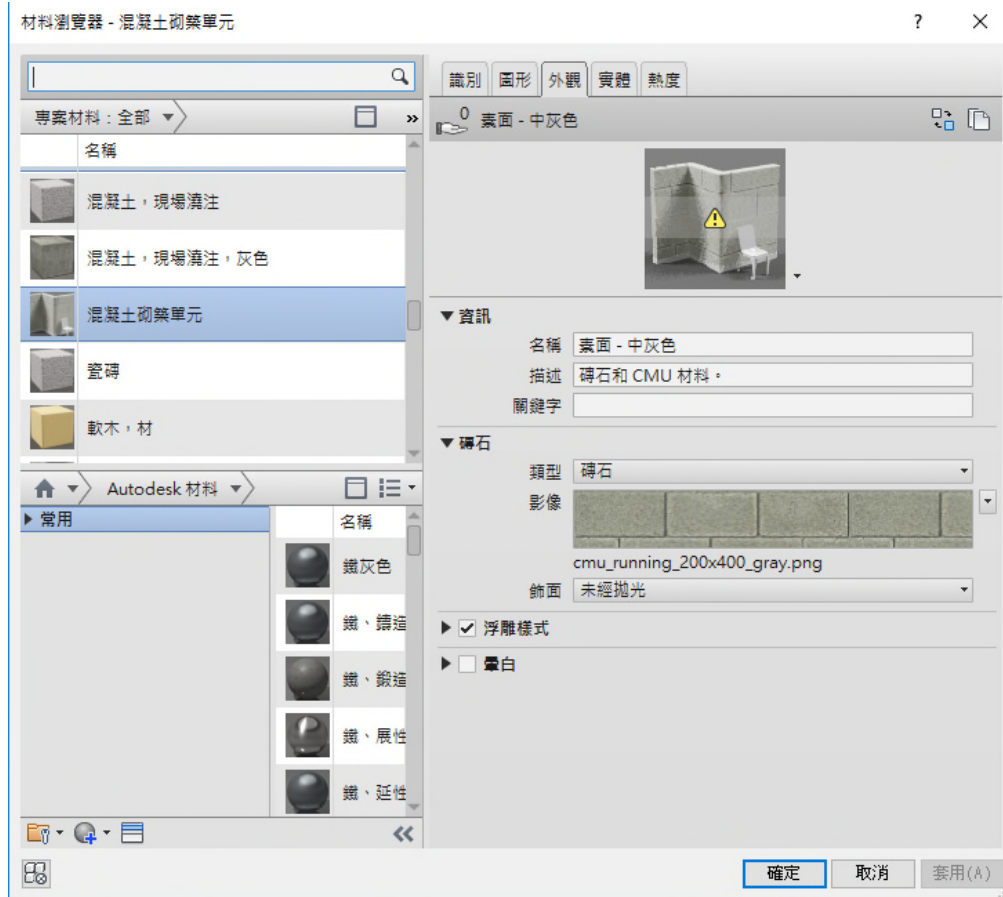


圖 4-14 表面材質

(三).經修改元件之材料類型及表面材質後，其結果如圖 4-15。

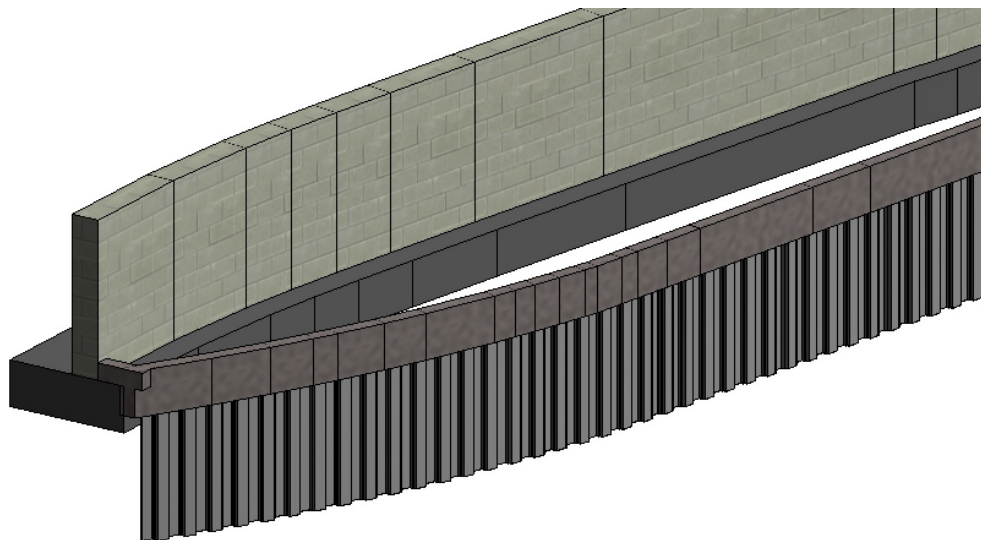


圖 4-15 元件成果

四、模型展示

以下模型：鋼板樁護岸、混凝土砌石護岸、挑流工、梳子壩，為目前已匯入工程擴增實境系統中之模型，後續會再針對水保設施進行建模，並匯入至擴增實境系統中，進行擴充。

(一).鋼板樁護岸(上部為現有擋土牆)

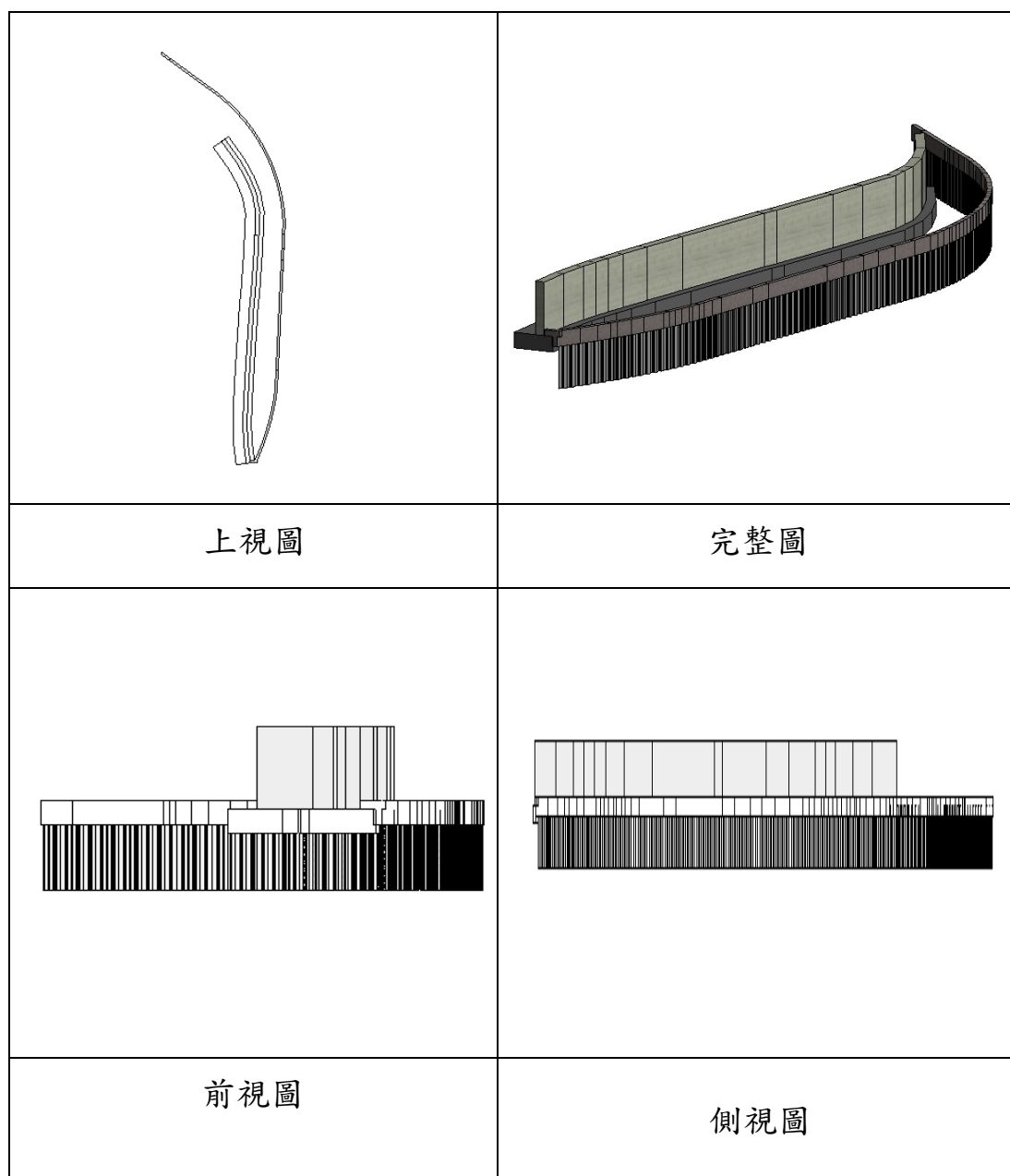


圖 4-16 鋼板樁護岸模型圖

(二).鋼板樁模型細部

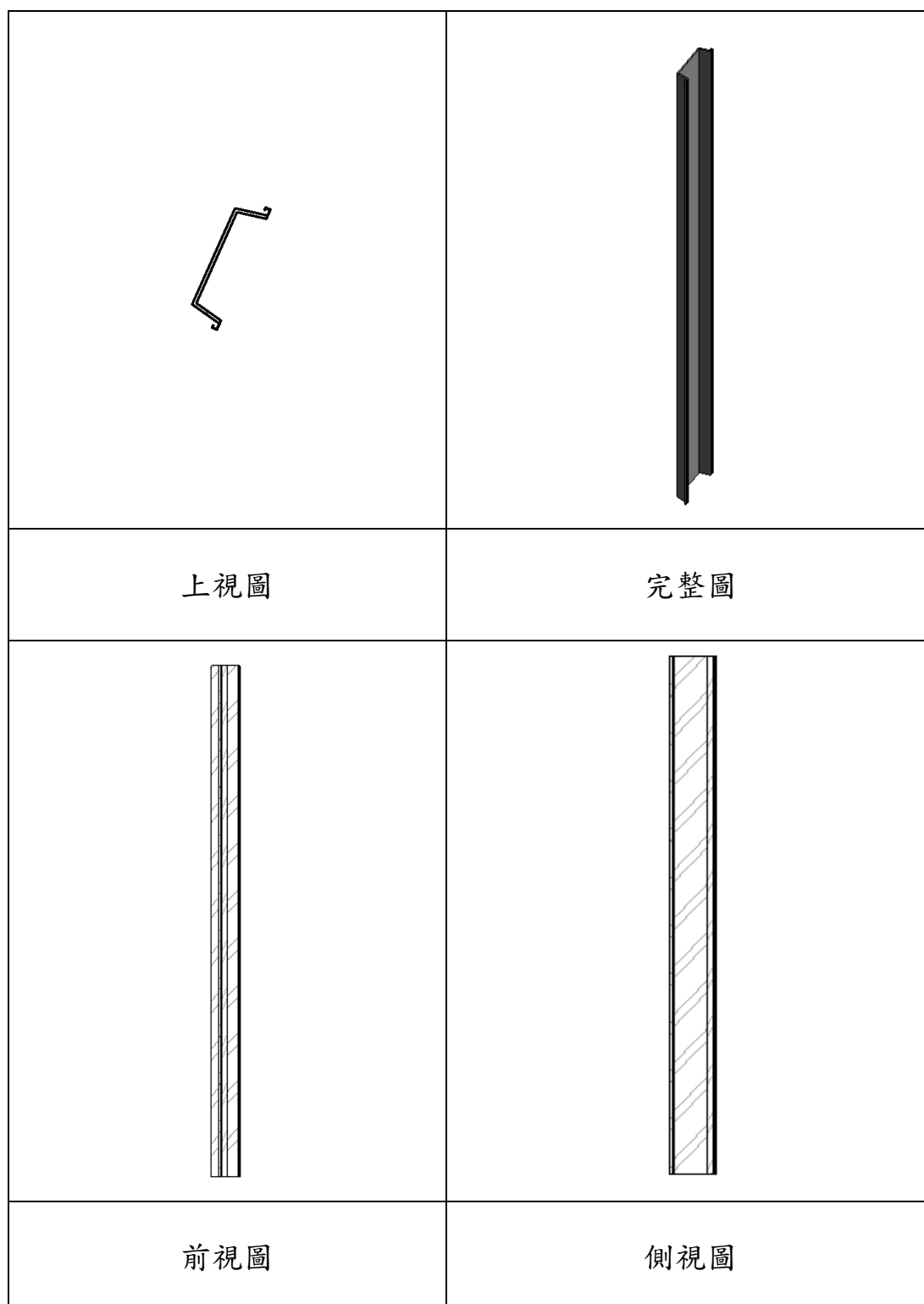


圖 4-17 鋼板樁模型細部圖樣

(三).混凝土砌石護岸

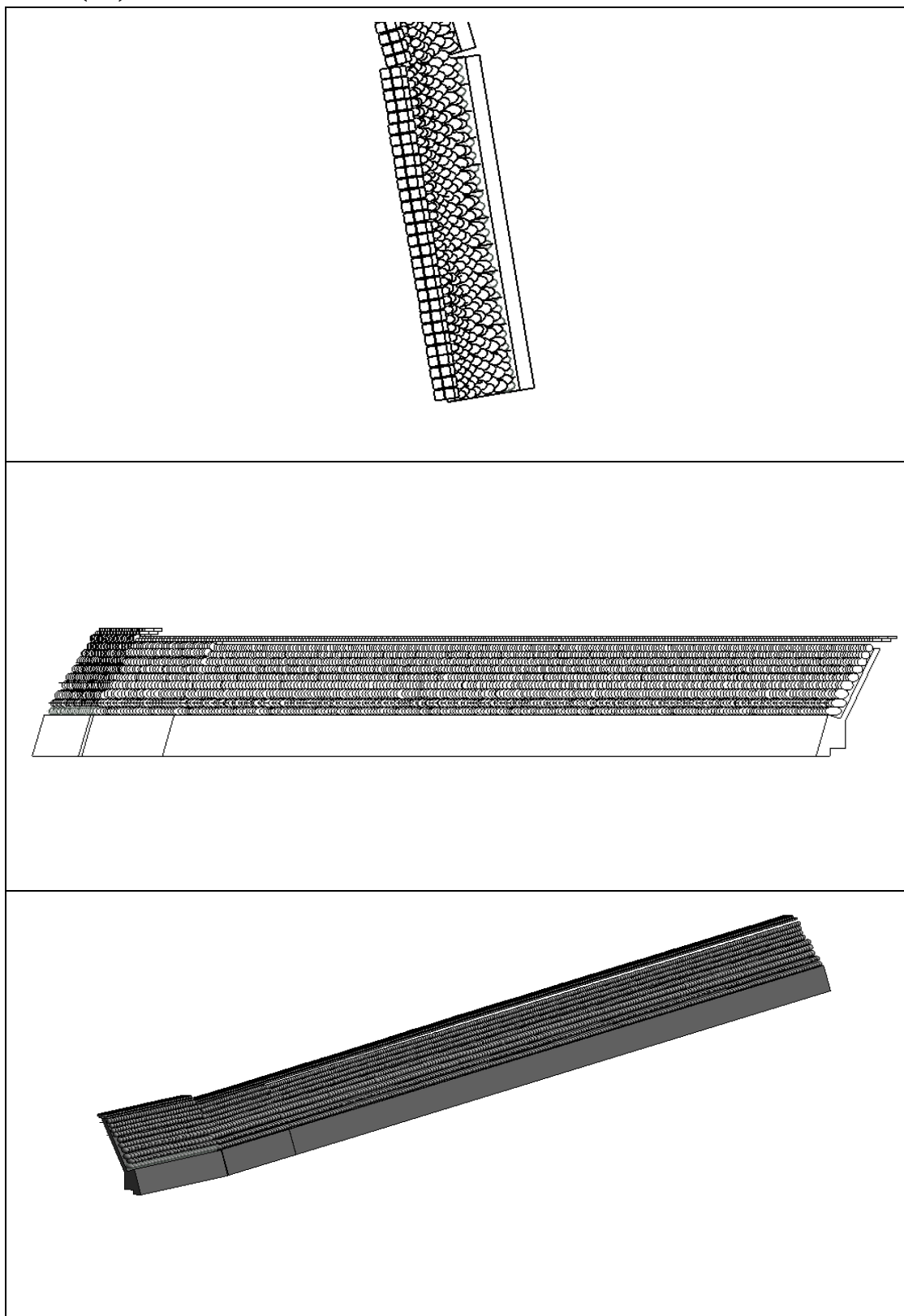


圖 4-18 混凝土砌石護岸模型圖

(四).挑流工

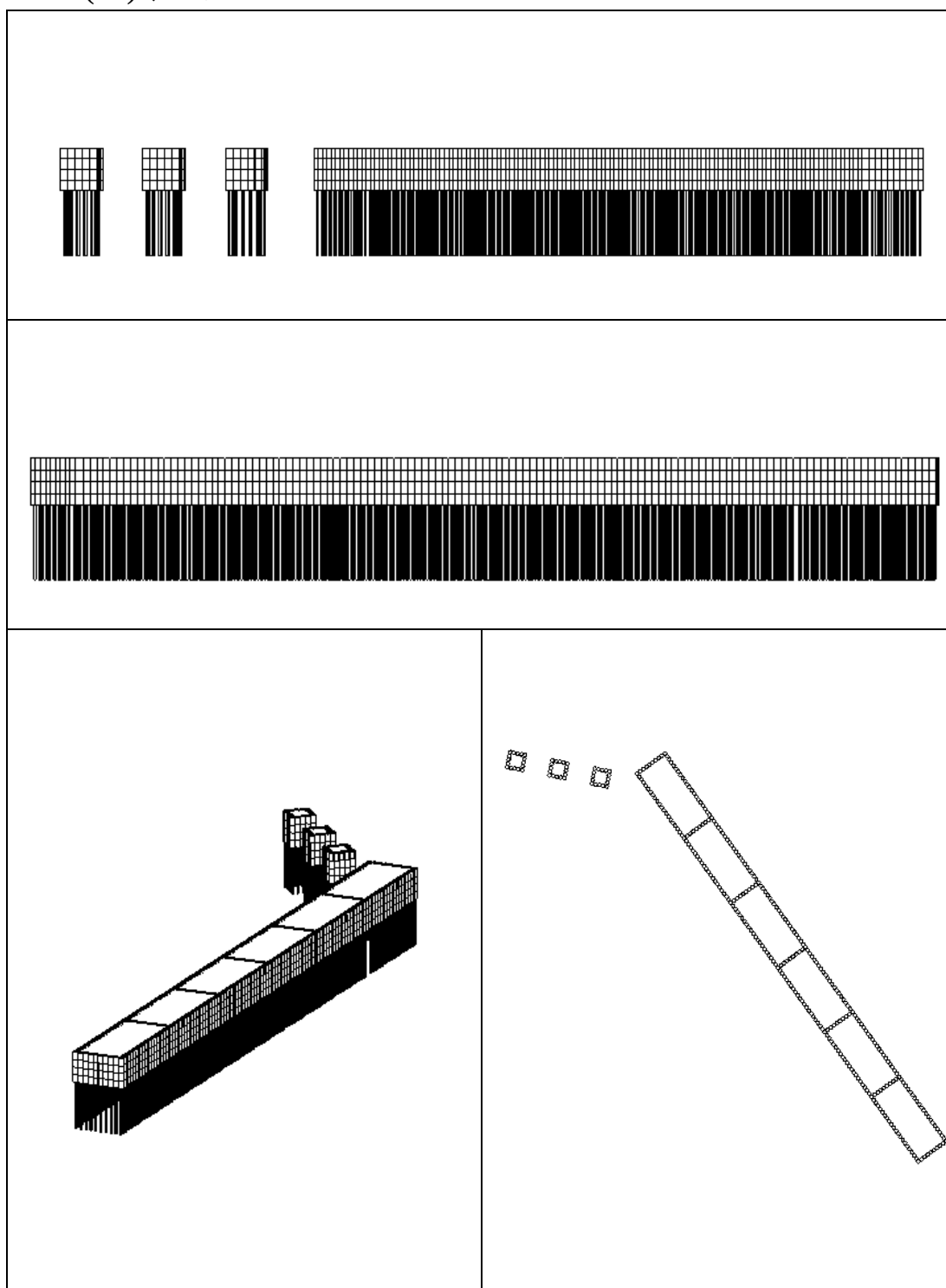


圖 4-19 挑流工模型圖

(五).梳子壩

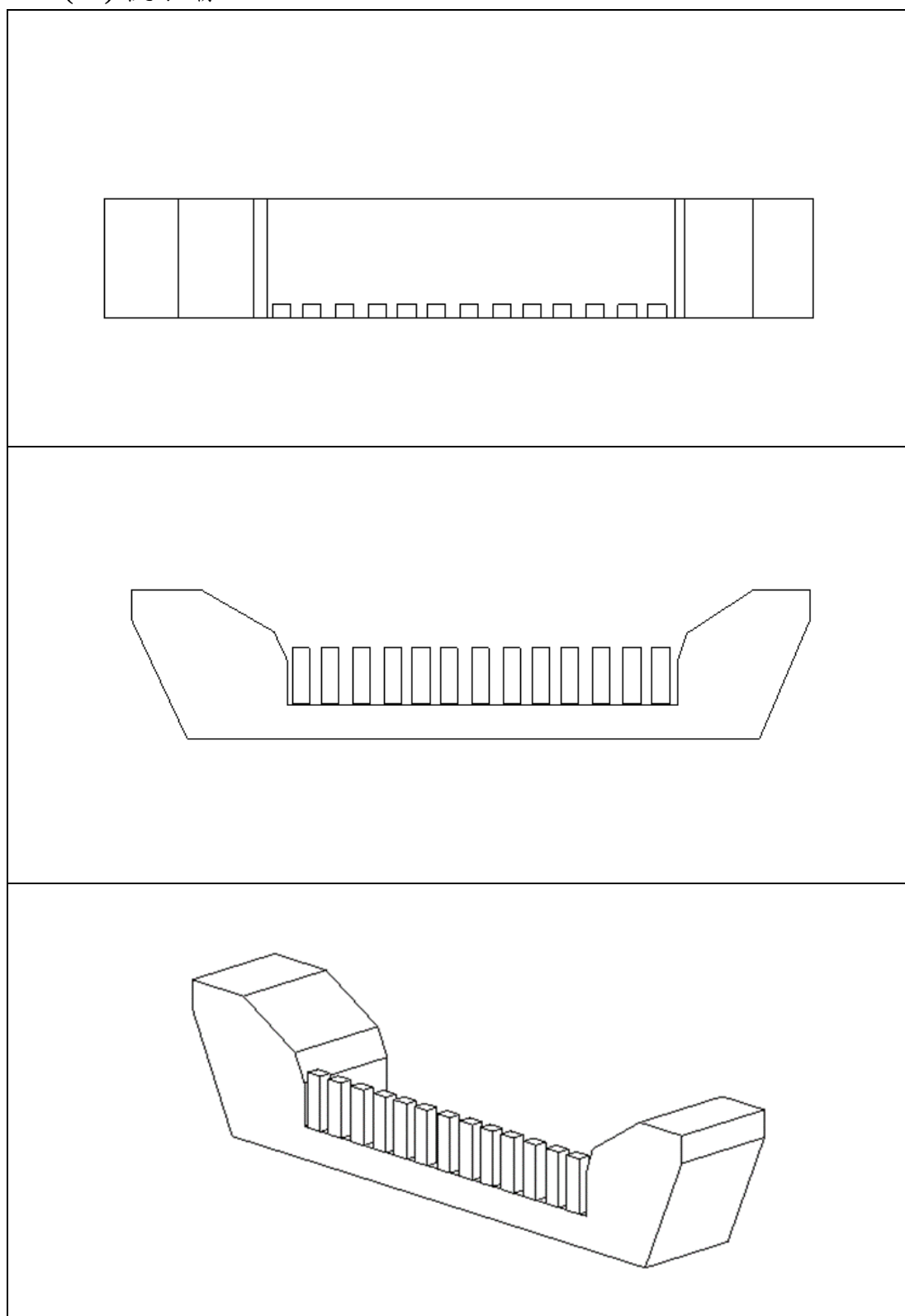


圖 4-20 梳子壩模型圖

第三節工程擴增實境管理系統建置

工程擴增實境管理系統包含 3D 模型 Web 管理介面、工程擴增實境 APP 開發以及 3D 模型資料庫規劃建置等三部分。茲將成果分述如下：

一、3D 模型 Web 管理介面

3D 模型 Web 管理介面(<http://geoharvester.myds.me/unityEdit>)可讓使用者可透過管理介面，進行 3D 工程模型及集水區實境場景之上架、刪除、3D 展示、下載、權限控管等管理功能。主要之開發功能說明如下：

(一)系統首頁畫面

系統首頁主要顯示系統名稱“重大土砂災害集水區工程擴增實境管理系統”。使用者點選首頁左上角之“登入”按鈕後(圖 4-16)，進入使用者帳號輸入畫面(圖 4-17)。登入系統畫面開啟後，即可輸入帳號及密碼進行登入。若無帳號及密碼，可點選“註冊”來申請帳號及密碼。



圖 4-21 重大土砂災害集水區工程擴增實境管理系統首頁



圖 4-22 使用者登入畫面

(二)3D 模型編輯

1. 登入系統後即進入”3D 模型編輯視窗”，使用者可於此視窗中進行工程模型及地形模型之新增、修改、刪除以及下載工作(圖 4-18)。



圖 4-23 3D 模型編輯視窗

模型清單										
模型清單										
[新增模型]	項次	緯度	經度	方位角(0~360度)	縮放比	X軸轉向	Y軸轉向	Z軸轉向	下載模型	管理模型
	1	23.33896	121.31634	0	1	0	0	0	切口式固床工	[編輯] [刪除]
	2	23.5	120.0	0	1	0	0	0	來義-砌石護岸	[編輯] [刪除]
	3	23.5	120.5	0	1	180	0	0	來義-挑流工	[編輯] [刪除]
	4	23.5	120.0	0	1	0	0	0	現有擋土牆 - 鋼板樁	[編輯] [刪除]

圖 4-24 3D 模型建置成果清單

- 點選“新增模型”按鈕後，切換至“新增模型頁面”，即可在“新增模型頁面”上傳模型及設定模型自訂名稱、位置(3D 模型中心點之 WGS84 經緯度座標)、縮放比及模型方位角(圖 4-19)。
- 新增模型時，點選右側之“選擇檔案”來上傳模型之壓縮檔(將.OBJ 或.FBX 模型檔壓縮成 zip 檔後上傳)。3D 模型之位置可透過左側之地圖點選，或於經度及緯度欄位輸入座標即可進行設定。選取完上傳模型及欄位填寫完畢後，點選“點此上傳模型”，便完成新增模型之作業，同時系統畫面會立即回到模型清單畫面。

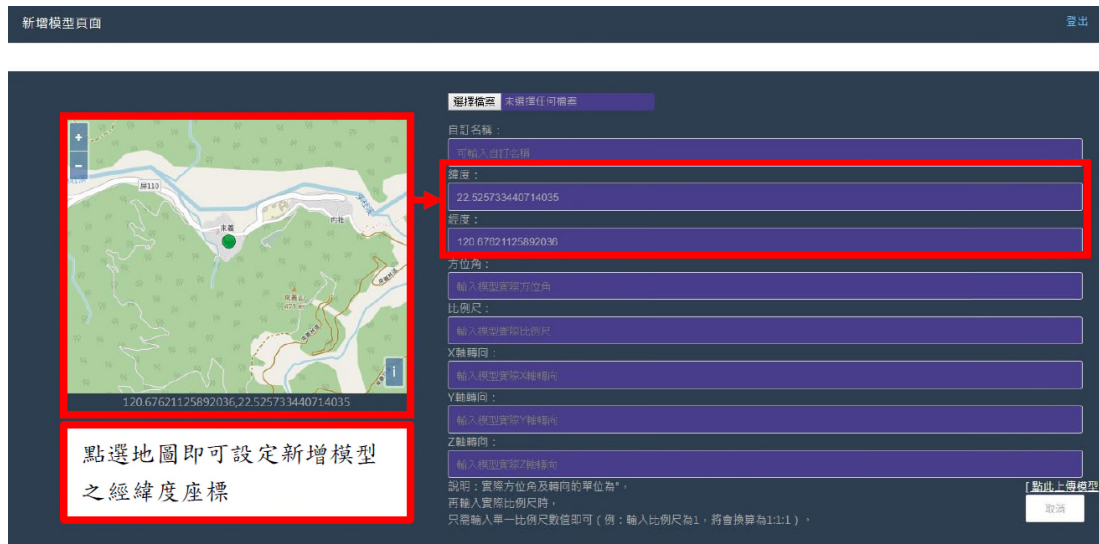


圖 4-25 新增模型視窗

4.點選清單中之模型名稱，即可下載該模型之壓縮檔點。而選“編輯”按鈕，切換至“模型編輯頁面”，當上傳過後的模型需做微調及修改時，可以從“模型編輯頁面”來修改。編輯模型時，於新增模型後之填寫內容相同，即可在此頁做修正則地圖起始標地位置（橘色座標）為新增模型時所儲存之座標定位修正完畢後，點選“送出儲存”，同時系統畫面會立即回到模型清單畫面。

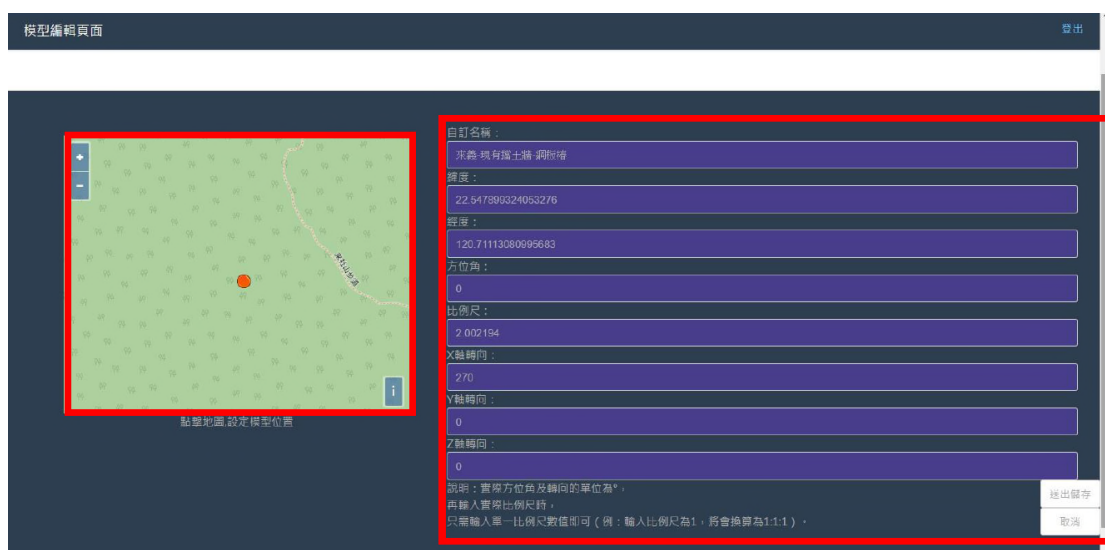


圖 4-26 3D 模型編輯頁面

5.若不需要此模型則點選“刪除”按鈕，即可從清單中刪除該模型。

(三)實際操作影片：

<https://drive.google.com/file/d/13zvG7BRmF3X8yer512uii8uHME1VArDy/view>



圖 4-27 實際操作影片

二、工程擴增實境 APP

工程擴增實境 APP 採用 UNITY 遊戲引擎開發可跨平台之手持裝置應用程式，主要之開發功能說明如下：

(一)APP 手持裝置首頁

“重大土砂災害集水區工程擴增實境管理系統” APP(簡稱工程擴增實境 APP)主要提供使用者進行工程與地形模型之展示與調整使用。使用者點選首頁之”登入”按鈕後(圖 4-23)，即可進入功能選單。



圖 4-28 3DAPP 手持裝置首頁畫面

(二)APP 功能設計內容

“重大土砂災害集水區工程擴增實境管理系統”APP 功能選單中包括“虛擬放樣”、“模型修飾”、點選“模型展演”及“地形展演”四部分。點選“虛擬放樣”，切換至 AR 現實場景來觀看 3D 模型之畫面。點選“模型修飾”，切換至地圖並將 3D 模型定位來做縮放及旋轉之修飾。點選“地形展演”，切換至藍底場景畫面並將 3D 地形做縮放及旋轉。點選“模型展演”，切換至藍底場景畫面並將 3D 模型做縮放及旋轉(圖 4-24)。

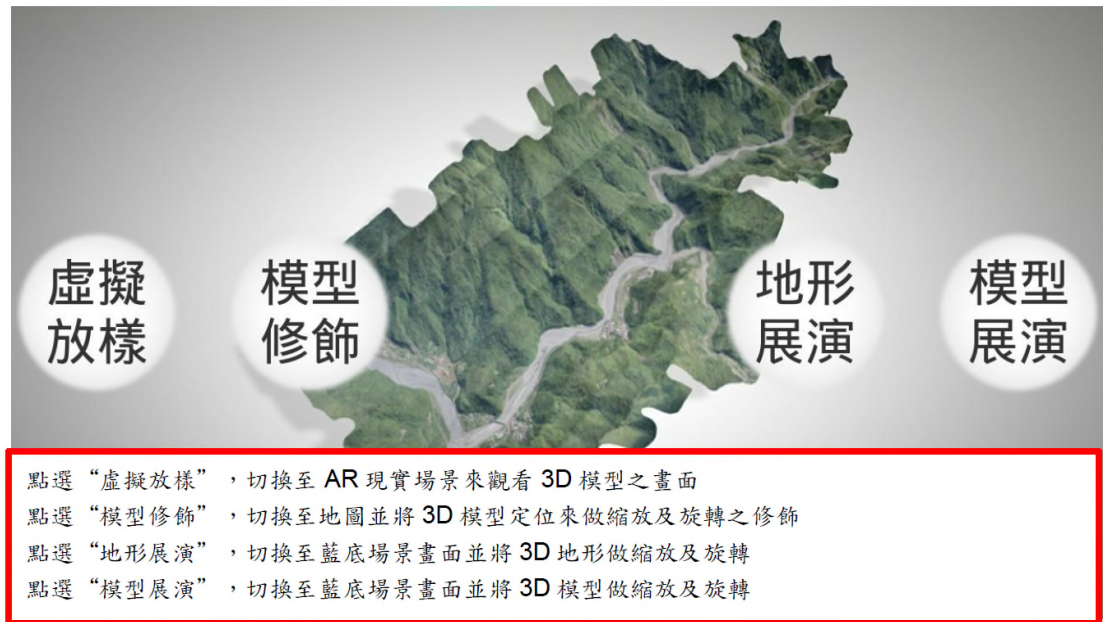


圖 4-29 APP 功能選單畫面

(三) 虛擬放樣

虛擬放樣(如圖 4-25)主要能將設計的模型，以實際之大小置於現地，而達到虛擬放樣的效果。點選“選擇模型”之下拉式選單，點選模型名稱即可載入模型，若回到選擇畫面，點選“返回”即可回到選取畫面，若在“虛擬放樣”時，模型展示縮放比及轉向需即時調整，點選切換至“模型修飾”，若發現載入後的模型視野過高或太低時，可透過“拉高視野”或“降低視野”來稍做微，如圖 4-26~圖 4-28 之實際現場操作畫面。

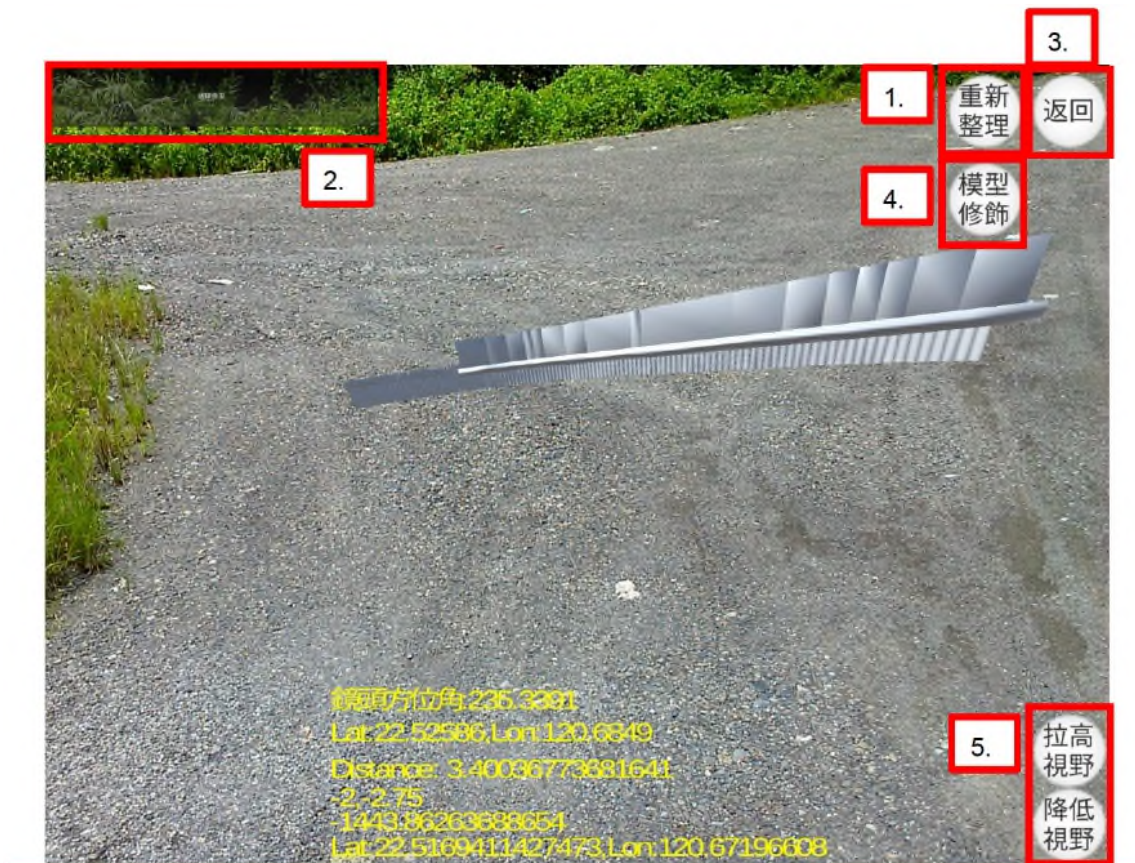


圖 4-30 虛擬放樣功能畫面

- 1.建議進入模型放置之畫面時，先點選”重新整理”按鈕，以便載入選單資料及模型
- 2.點選”選擇模型”之下拉式選單，點選模型名稱即可載入模型
- 3.若回到選擇畫面，點選”返回”即可回到選取畫面
- 4.若在”虛擬放樣”時，模型展示縮放比及轉向需及時調整，點選切換至”模型修飾”
- 5.若發現載入後的模型視野過高或太低時，可透過”拉高視野”或”降低視野”來稍微微調



圖 4- 31 虛擬放樣現況施作



圖 4- 32 虛擬放樣現況與現場實物比對(放大手機螢幕畫面)



圖 4-33 虛擬放樣現況

(四)模型修飾

當虛擬放樣時，模型與現地位置不一致，則可透過”模型修飾”功能進行調整，於畫面中點選“選擇模型”之下拉式選單，點選模型名稱即可載入模型。再調整地圖縮放比，以便將模型經緯度標定於地圖上。當模型載入完成後，即可透過雙指觸控來調整模型縮放比，若需做模型轉向之調整，點選“開啟旋轉”後，即可透過單指觸控來調整模型轉向，點選“開啟移動”，也可透過單指觸控讓模型在地圖上移動，方便確認重新定位之位置，調整模型完成後，點選“儲存”，即可將模型縮放比及轉向儲存起來。



圖 4-34 模型修飾畫面

(五)模型展演

模型展演功能無須至工程現場即可進行模型展示，使用者可透過手勢進行 3D 工程模型之放大、縮小、平移等功能，使用者亦可透過模型方向控制箭頭移動模型。另，使用者點選 BIM 模型時，畫面換顯示該 BIM 模型元件之屬性資訊。

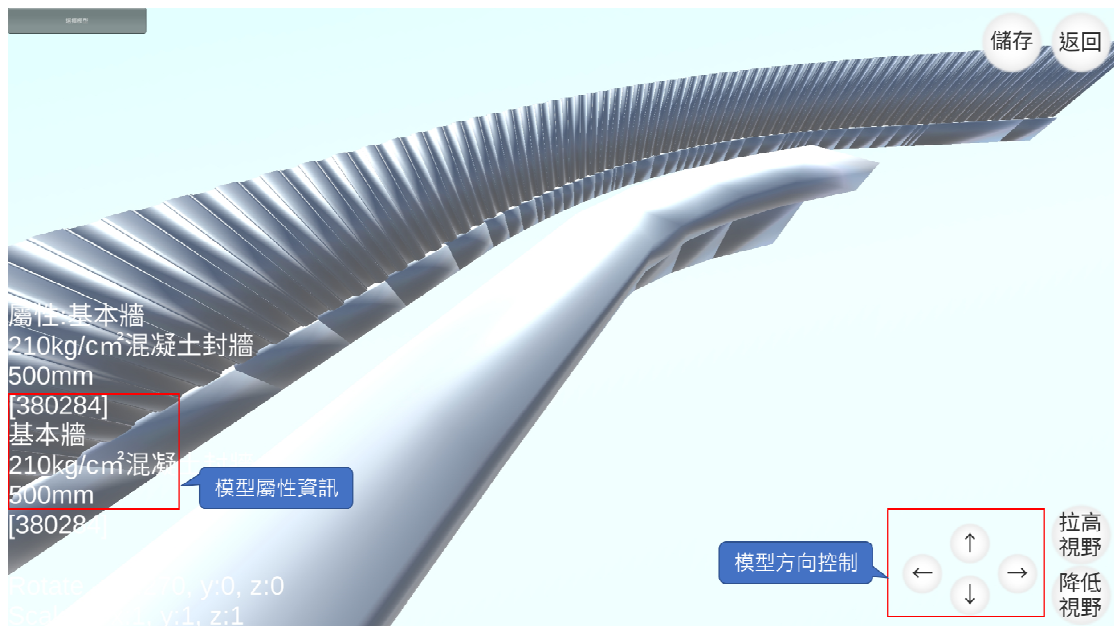


圖 4-35 模型展演畫面(來義現有擋土牆 - 鋼板樁)

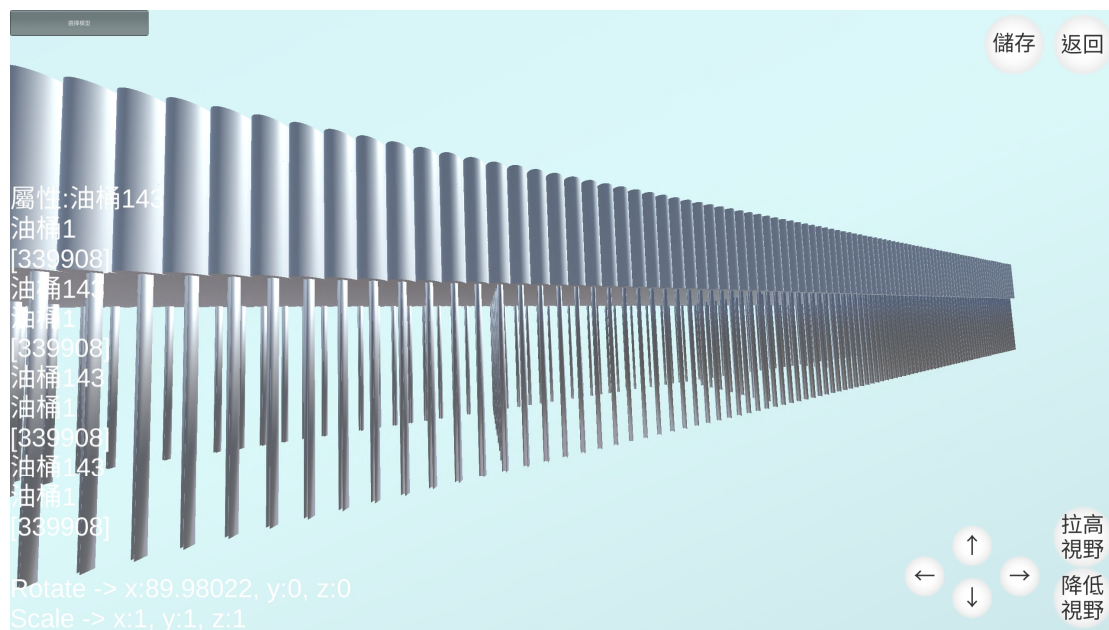


圖 4- 36 模型展演畫面(來義-挑流工)



圖 4- 37 模型展演畫面(來義-砌石護岸)

(六)地形展演

地形展演能無須至工程現場即可進行，使用者可透過手勢進行 3D 地形模型之放大、縮小、平移等功能，亦可疊合工程模型進行整合展現。

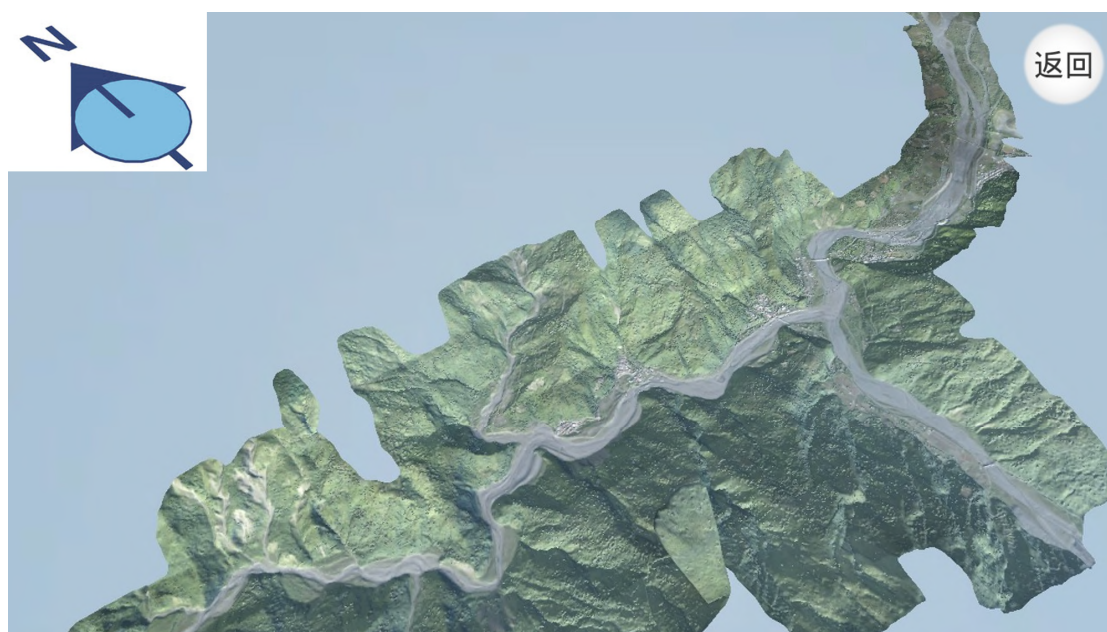


圖 4- 38 地形展演畫面

第五章結論及建議

第一節結論

本研究採用 Revit 軟體來建置基本 3D 模型，將蒐集到的設計圖面轉換成 3D 立體數位資料，在本計畫涉及到的概念包含環境影響評估、設計界面整合、變更設計、計劃溝通和工程進度監控檢視。

在擴增實際技術採用 UNITY 遊戲引擎開發可跨平台之工程擴增實境 APP。介面設計採可即時調整設計，使用者於介面上可直接調整模型之位置、尺寸及旋轉等，以增加使用者間之討論與互動。而工程擴增實境 APP 主要分為兩部分，其一為室內虛擬實境展示，另一為現場擴增實境展示。

本計劃將上述技術導入至來社溪的數值地形架構中，經數值地形分析後可知來社溪進 8 年有最大 13M 的土砂遷移，其影響是水保單位需密切觀察的。再搭配本計劃擴增實境管理系統後，如能持續維護更新，將可更有效掌握來社溪土砂變化與水保工程相關問題。

第二節建議

- 一、本案已經完成 BIM 模型建置、來義鄉來社溪數值地形模型建模、工程擴增實境管理系統、工程擴增實境 APP 開發以及 3D 模型資料庫規劃建置等工作，初步評估本案規劃之 BIM 模型資料庫建置流程與展示方式確實可行。後續建議可依此架構擴大資料庫建置與模型展示範圍。
- 二、初步實驗 BIM 模型可於擴增實境環境呈現，但因 GPS 精度問題，虛實套疊狀況會有誤差與飄移現象，後續待 GPS 精度提升及整合 SLAM（Simultaneous localization and mapping）技術後，展示效果應可大大提升。
- 三、後續建議可介接內政部地政司高程資料服務，取得模型所在地之高程資料，結合手持裝置 GPS 高程資訊，進行更貼近真實之 3D 混何實境展現。

參考文獻

1. 丘婉儷，碩士論文，利用修正式德爾菲法建立管理本體論之關係運算子-以主生產排程規劃為例，國立成功大學，2011。
2. 台灣 BIM 首航—綠建築設計與 BIM 實際導入經驗分享，(民 99)，基峰資訊股份有限公司
3. 吳翌禎、邱彥彰，建築資訊模型應用於工作空間衝突分析之研究，土木水利（BIM 專輯），第三十七卷，第五期，59-63 頁，2010。
4. 李伯青、莊天翔、吳翌禎，“建築資訊模型系統之互動式使用者介面設計與實作”，100 年電子計算機於土木水利工程應用研討會論文集，九月一-二日，高雄應用科技大學，高雄，台灣，2011。
5. 林佩瑩、廖學誠，應用模糊德爾菲法分析高雄愛河綠廊功能之研究，台大實驗林研究報告，2008。
6. 林耀垣，碩士論文，應用德菲法及資料包絡分析法於我國地方政府施政績效評估之研究，國立東華大學，2004。
7. 范素玲，建築資訊模型 (BIM) 之智慧財產權探討，中國土木水利學刊，第 37 卷，第五期，2010。
8. 范素玲、謝尚賢、沈裕倫，工程專案應用建築資訊模型之契約附件範本與解說，國立台灣大學土木工程學系工程資訊模擬與管理研究中心，台北，2011。
9. 郭榮欽、謝尚賢，BIM 概觀與國內推行策略，土木水利，第三十七卷，第五期，2010。

10. Chuck Eastman (2011) , BIM handbook : a guide to building information modeling for owners, 3. managers, designers, engineers and contractors , Hoboken, NJ : Wiley
11. Eastman, C., Teicholz, P., Sacks, R. and Liston, K., BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers and Contractors, Wiley, 504 Pages, 2008.
12. Howell, I. and Batcheler, B., “Building Information Modeling Two Years Later - Huge Potential, Some Success and Several Limitations”, The LaiserinLetter, May, 2005.
13. Uuity Software,<https://unity3d.com/>,2018.

附錄

附錄一、期初審查會議紀錄暨回覆辦理情形

項次	審查意見	回覆辦理情形
報告內容審查意見：		
一	水土保持工程與建築工程之異同性宜加以釐清，以期目標之針對性明確。	謝謝委員意見，後續會加強留意相關之用語應與水保工程結合。
二	水土保持工程之單一性與系統性建構，如何以BIM整合之？	謝謝委員意見，水土保持工程之單一性與系統性皆可以利用 BIM 建置並儲存元件，方便未來運用。
三	BIM技術導入之可行性宜考慮工作人員之適應性，故其技術之友善性，應強調之。	謝謝委員的意見，BIM 的使用能夠更快速的了解工程，相信經過訓練及磨合，友善性一定會大大提升。
四	系統之移轉使用，其內容有無涉及專利、智慧財產權等事宜，應釐清。	謝謝委員意見，本系統開發為團隊使用自有技術，而相關之專利、智慧財產權等則歸甲方所有。

項次	審查意見	回覆辦理情形
五	本案名稱有管理系統建置，與目前規劃之工作內容及預期成果有出入，執行計畫時應注意。	謝謝委員意見，目前之管理功能主要針對模型進行維護與調整作業，後續會加強留意相關之用詞。
六	重大土砂災害處理，對象為土石，VR中應盡量表現土砂有無處理及不同處理方式對區域安全的不同有何差異。P.2-1中的描述有管路、照明等，不太適合水保工程，後續請注意方向。	謝謝委員意見，土砂有無處理及不同處理方式等資料將陸續向台南分局索取，並嘗試以3D模型進行展顯已顯示其差異性，而管路、照明等描述已刪除。
七	選擇來義現地不錯，應可適合作AR、VR的表現，應盡量彙整相關資料。	謝謝委員意見，本計畫已取得水保局台南分局於來社溪之相關工程設計圖說等資料，並陸續建置 BIM 模型。
八	2D之工程設計圖，是否可自動化由CAD圖檔轉為3D工程模型？或需由人工轉化。	謝謝委員意見，目前2D之工程設計圖轉為3D工程模型仍需由人工轉化。
九	P.3-2屏東縣來義鄉來社溪誤植為嘉義，請更正。	謝謝委員意見，已進行修正。

項次	審查意見	回覆辦理情形
十	APP之3D模型資料庫，規劃包括那些工程單元或項目？那些工程項目較適宜本計畫之研發。	謝謝委員意見，規劃之工程單元主要為已施作或規劃中之工程施作，因此各類之工程項目皆適合於本計畫之研發。
十一	3D工程模型資料庫建置以來社溪集水區為範圍，選擇已完成或設計中之工程，資料庫預計建立多少案例？建議模型資料應包含水保工程常用之形式，如固床工、防砂壩、護岸、沉砂滯洪池等。	謝謝委員意見，本計畫將取得水保局台南分局於來社溪之相關工程設計圖說等資料皆建置成3D模型，目前已完成部分固床工、護岸等模型之建置作業。

附錄二、期中審查會議紀錄暨回覆辦理情形

項次	審查意見	回覆辦理情形
報告內容審查意見：		
一	擴增實境應對於不同領域的專家或民眾在討論或規劃時對於現場之佈設與溝通有相當助益，惟虛擬之構造或設施之圖庫建議能更具真實感之貼圖。	謝謝委員意見，已透過貼近真實的貼圖方式，進行模型之建模工作。
二	配合現場強陽光下之檢視是否有建議之螢幕或作法？	謝謝委員意見，建議可以於陰影下進行操作或設計螢幕遮罩，將強光加以阻擋，以提升展示效益。
三	可否與頭戴式裝置結合？	謝謝委員意見，本計畫使用Unity進行APP開發，可進行跨平台程式發布，亦支援頭戴式裝置，因此此方案與頭戴式裝置結合。
四	封面誤植”臺南分局”，請修正。	謝謝委員意見，已進行修正。

項次	審查意見	回覆辦理情形
五	P.2-3第二段第三行，(九)無對應項目，請修正。	謝謝委員意見，已進行修正。
六	P.3-1，文中指出計畫目前已完成文獻回顧，但於報告書未見文獻回顧一節。	謝謝委員意見，文獻回顧內容已刪除。
七	P.4-10，有關坐標位置本局統一採用TWD97，建議系統改採TWD97坐標系統，以利工程模型建置。	謝謝委員意見，本計畫採用WGS84座標主要為配合手機APP的GPS的座標系統，而本計畫會另外紀錄TWD97坐標系統。
八	P.4-26，模型修飾中可透過手指滑動來調整模型之縮放、旋轉及移動，建議螢幕增加虛擬按鍵以利微調。	謝謝委員意見，已於APP增加透過手指滑動來調整模型之縮放、旋轉及移動，以及增加虛擬按鍵進行模型之微調。
九	P.4-18，工程擴增實境APP於地形展演畫面中，建議增加指北方向。	謝謝委員意見，已於工程擴增實境APP於地形展演畫面中，增加指北方向。