

114年度重要構造物竣工後 UAV三維建模及圖資建置

計畫編號：ARDSWC-114-123

未來展望建議

透過UAV三維建模與河道粒徑分析，驗證該技術具備高精度、高效率與高再現性的特性。建議未來推動方向：

一、制度化推動

將數位技術納入工程管理體系，建立 UAV 建模、體檢與粒徑分析的標準作業程序 (SOP)，落實從竣工、巡檢到維護的全生命週期數位應用。

三、智慧化應用

強化決策支援與風險預警。利用 AI 自動判釋模組與深度學習影像辨識技術，自動偵測構造物損壞、崩塌、植生覆蓋及土砂淤積等異常。

二、資料化整合

建立可串聯的時空性三維資料庫，建構可持續更新的 UAV 三維資料庫。實現構造物「空間三維 (3D)」+「時間序列 (T)」的 4D 化資料管理模式。

四、構造物數位化

將工程點雲資料數位化或 CAD 建模，建立模型資料庫 (如 Scan to BIM)。建議未來構造物填報以高於河床面之構造物為主要調查對象，以確保成果品質。

緣起及目標

以無人飛行載具 (UAV) 技術協助重要防砂及邊坡構造物之巡查、量測與圖資建置，作為精準管理與後續維護決策之依據。

精確三維建模：定期巡查的效率和準確性。

目標/任務

邁向「制度化、資料化、智慧化」

透過高解析度三維模型與時序資料累積，提升構造物體檢作業之量化能力。

量化成果

本計畫執行之關鍵績效指標 (KPI)：

100件

重要工程拍攝
篩選具代表性之水保構造物進行拍攝與建模

165座

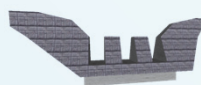
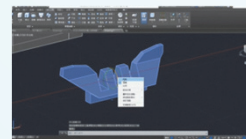
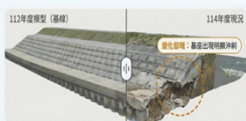
防砂構造物
生成高解析度正射影像與數值表面模型

100%

總體完成進度
包含航線規劃、拍攝、影像檢核及模型建置

1.5cm

影像解析度 (GSD)
解析度約 1.5-3.0 公分，具備高精度

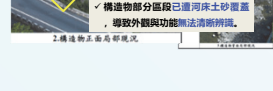
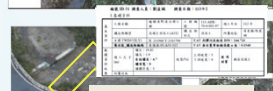


重要構造物UAV建模體檢填報成果

✓ 固床工類屬底床切齊之構造物

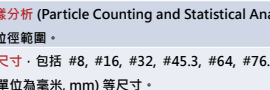
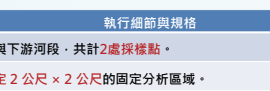
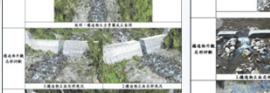
由於竣工時間與 UAV 拍攝時間相隔過長，河道內部已出現植生發展，進而影響構造物外觀辨識。

項目	內容
拍攝時間	114年2月21日
拍攝區域	河道內部
拍攝高度	100m
拍攝角度	90度
拍攝速度	10m/s
拍攝次數	10次
拍攝時間	10分鐘
拍攝地點	河道內部
拍攝人員	XXX



✓ 防砂壩、潛壩類之構造物

可藉由三維建模技術有效記錄構造物全面尺寸。

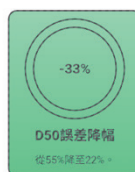


AI河道粒徑分析：自動辨識河床粒徑功能(智慧AI應用)，簡化人力

UAV原始資料(紅色線)曲線偏左，顯示 UAV 對細粒(<3 cm)辨識能力不足，導致粗粒比例低估。

UAV 濾除 3 公分以下顆粒後(深藍色線)，曲線趨近傳統法，分布形態相似，但仍略向右偏移。

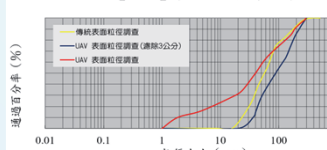
粒徑分析誤差修正



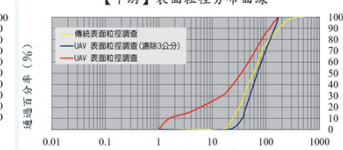
濾除細顆顯著降低了粒徑分析的誤差。

項目	執行細節與規格
採樣地點與數量	採樣分佈於上游與下游河段，共計2處採樣點。
採樣區域範圍	每個採樣點均劃定2公尺x2公尺的固定分析區域。
分析方法	採取顆粒統計採樣分析 (Particle Counting and Statistical Analysis) · 透過實際量測與篩篩方式獲取粒徑範圍。
粒徑篩選範圍	涵蓋多達 11 種尺寸 · 包括 #8, #16, #32, #45.3, #64, #76.2, #90, #128, #181, #256, 及 #362 (單位為毫米, mm) 等尺寸。
總採集數量	上、下游2處採樣點總計共採集1,303顆粒徑數據，確保統計結果具有足夠的代表性

【上游】表面粒徑分布曲線



【下游】表面粒徑分布曲線



✓ 透過濾除3公分以下的細粒數據進行修正，在統計上能獲得與傳統法接近的推估值。

D₅₀與n值範圍的關聯性分析

- ✓ D₅₀作為河床中值粒徑，是判斷河床穩度的關鍵指標。
- ✓ 分析不同D₅₀值範圍與對應n值計算範圍的關聯性(即除小於3cm粒徑)。

D₅₀值與曼寧係數敏感性分析

河床底部的石礫越「大」，河道就越「粗糙」，水流就會被拖慢得越強烈，表示D₅₀越大對應n值越大。

物理定律驗證

✓ 整體分析趨勢符合物理定律，確認D₅₀作為判斷河床穩度關鍵指標的有效性。



學者	公式	數據單位
Meyer-peter after (1948)	$n = 0.035 M_{50}^{0.2}$	mm
Laine and Carlson (1953)	$n = 0.02 M_{50}^{0.2}$	mm
Rankine (1976)	$n = 0.013 M_{50}^{0.2}$	mm
Grande and Raju (1978)	$n = 0.013 M_{50}^{0.2}$	mm
Bray (1979)	$n = 0.013 M_{50}^{0.2}$	mm
Suhannama (1982)	$n = 0.013 M_{50}^{0.2}$	mm

匯入本署技術研究平台



- ✓ 多元量測工具整合：支援座標量測、線段長度、高程差與面積計算。
- ✓ 量測結果即時呈現：測量完成後即顯示距離、面積與高程等結果，便於現地快速比對與資料記錄。

委託機關：農業部農村發展及水土保持署保育治理組

受託單位/設計監造單位：逢甲大學

執行期間/開工起迄：114年2月21日至12月10日止 優質·效率·團隊