
應用 OpenAI 與空間資訊技術開發工程品質查驗系統之研究

**A Study on the Development of an
Engineering Quality Inspection System
Using OpenAI and Geospatial
Technologies
(成果報告)**

執行單位：逢甲大學

執行期間：114 年 02 月 18 日至 114 年 12 月 31 日

計畫主持人：林喻峰 副教授

共同主持人：林威延 副教授

農業部農村發展及水土保持署 編印

中華民國 114 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)

應用 OpenAI 與空間資訊技術 開發工程品質查驗系統之研究

摘要

本研究旨在改善公共工程品質查驗流程長期仰賴紙本、人工紀錄、人工彙整與人工檢核所造成的低效率、高錯誤率與資料不可追溯問題。為提升查驗品質與作業效率，本計畫結合 GIS 地理定位技術、行動裝置應用與 OpenAI 生成式人工智慧，建置一套行動化、數位化與智慧化的工程品質查驗系統。系統包含：查驗人員可於工地使用手機 App 進行查驗項目選取、GPS 座標驗證、缺失紀錄輸入、即時拍照上傳與離線暫存；網頁版與後台管理介面則提供資料查詢、統計分析、地圖呈現與查驗軌跡追蹤；並整合自動化報表模組，以加速查驗報告之產製並降低文書錯誤風險。本計畫亦導入 OpenAI Vision 與 Text 模型，開發「圖文一致性檢核」原型工具，能自動生成查驗照片之語意摘要，並與缺失描述與缺失類別比對，偵測可能之誤植、錯置或文不對題問題。此外，本研究也對歷史查驗資料進行統計與語意分析，初步辨識常見缺失類型與發生趨勢，展現生成式 AI 在工程品質管理中作為「預防性決策支援」之應用潛力。

整體而言，本計畫已完成行動查驗系統、後台資料平台與 AI 分

析工具之整合建置，具備良好實務可行性。未來若持續擴充影像資料庫並進行模型在地化訓練，有助進一步推動公共工程品質查核之智慧化、標準化與制度化。

關鍵詞：工程查驗、地理資訊系統、OpenAI、影像識別

A Study on the Development of an Engineering Quality Inspection System Using OpenAI and Geospatial Technologies

Abstract

This study aims to address long-standing issues in public construction quality inspection, where field verification still relies heavily on paper forms, manual handwriting, manual compilation, and manual cross-checking—resulting in low efficiency, high error rates, and limited data traceability. To enhance inspection quality and operational performance, this project integrates GIS geospatial positioning, mobile-device-based inspection tools, and OpenAI generative AI technologies to develop a mobile, digital, and intelligent construction inspection system.

The system enables inspectors to use a mobile app on-site to select inspection items, validate GPS coordinates, record deficiencies, capture and upload photos in real time, and temporarily store data offline. The web-based and backend management platforms support data retrieval, statistical summaries, map visualization, and inspection-path tracking. In addition, an automated reporting module accelerates the generation of standardized inspection reports and reduces the likelihood of documentation errors.

This project further integrates OpenAI’s Vision and Text models to develop a prototype for “image-text consistency checking,” which automatically produces semantic summaries of inspection photos and compares them with deficiency descriptions and defect categories to detect

potential mismatches or human input errors. Historical inspection records were also analyzed using statistical and AI-assisted semantic clustering techniques, enabling the identification of common deficiency types and occurrence patterns, thus demonstrating the potential of generative AI as a tool for preventive quality management.

Overall, the project successfully delivers an integrated solution comprising a mobile inspection app, backend data management platform, and AI-based analytical tools. The system demonstrates strong practical feasibility and can serve as a foundation for long-term quality governance. With continued expansion of the image dataset and localized model fine-tuning, the system may further support the standardization, automation, and intelligent transformation of public construction quality inspection.

Keywords: Quality Inspection, GIS, OpenAI, Image Recognition

目次

摘要.....	I
ABSTRACT.....	III
目次.....	V
表次.....	VI
圖次.....	VII
第一章 緒論.....	1
第一節 前言	1
第二節 計畫預計成果	4
第二章 工作執行方法與步驟	6
第一節 行動數位化工程查驗作業流程設計	6
第二節 建構前端行動裝置 APP 與後台數據管理系統	7
第三節 應用 OPENAI 發現數據潛在問題並制定預防措施	9
第三章 工程查驗資料採集作業流程之設計與規劃	13
第四章 行動版工程查驗系統之開發	17
第一節 前端行動裝置 APP.....	17
第二節 後台數據管理系統	32
第五章 應用 OPENAI 分析查驗數據與識別潛在問題	38
第一節 識別查驗報告中潛在的人為錯誤.....	38
第二節 歷史數據分析與預防措施制定.....	44
第六章 結論及建議	48
第一節 結論	48
第二節 建議.....	50
參考文獻	參-1
附錄.....	附錄-1
附錄一、期末審查會議紀錄暨回覆辦理情形	附錄-1

表次

表 1：人工紙本查驗作業的缺點與本計畫所提之改善方案 2.....	4
表 2：範例資料之欄位及模擬數據內容.....	11
表 3：案例說明的評估特徵重要性.....	12
表 4：查驗類型.....	39
表 5：查驗類型與查驗照片項目.....	39
表 6：查驗照片資料表(非缺失類)資料範例.....	40
表 7：查驗照片資料表(缺失類)資料範例.....	44
表 8：農村水保署南投分署 114 年度工程品質委託抽驗缺失統計表.....	44
表 9：農村水保署南投分署 114 年度工程品質抽驗缺失廠商統計表.....	45
表 10：農村水保署南投分署 114 年度工程品質抽驗缺失鄉鎮統計表.....	45
表 11：農村水保署南投分署 114 年度工程品質抽驗缺失樣態範例.....	46
表 12：工程品質抽驗常見缺失樣態與改進措施建議.....	47

圖次

圖 1：行動數位化工程查驗作業流程(本計畫設計)	13
圖 2：以手機瀏覽器開啟系統進行登入驗證 (左：登入前；右：登入後).....	18
圖 3：以 PC 瀏覽器開啟系統進行登入驗證(登入後)	19
圖 4 網頁版行動查驗程式顯示查驗工程資訊並切換不同查驗工程	21
圖 5 於電子地圖中顯示查驗人員所在位置與查驗容許誤差範圍	22
圖 6 於電子地圖中自動填入查驗人員所在位置與管考座標之距離	23
圖 7 以手機相機拍攝查驗照片並上傳至雲端	24
圖 8 一般品質抽驗缺失紀錄與工程材料試驗	25
圖 9：工程查驗 APP 進行登入驗證.....	27
圖 10：工程查驗 APP 顯示查驗工程資訊並切換不同查驗工程.....	28
圖 11：工程查驗 APP 以紅底顯示無網路訊號狀態.....	28
圖 12：工程查驗 APP 以手機 GPS 抓取查驗人員所在位置	29
圖 13：工程查驗 APP 自動計算查驗人員與管考座標間距離.....	30
圖 14：工程查驗 APP 提供下載 OSM 離線地圖之功能	31
圖 15：工程查驗系統後台數據管理登入畫面	32
圖 16：查驗工程基本資料表(GOOGLE 試算表).....	33
圖 17：工程查驗系統後台更新資料庫畫面	34
圖 18：工程查驗系統後台查詢特定人員查驗指派工程之畫面	34
圖 19 「自動報表服務」輸入查驗工程的編號	35
圖 20 「自動報表服務」匯入查驗資料與照片的結果	36
圖 21 「自動報表服務」匯入查驗資料後自動存檔	36
圖 22 供專管人員與查驗人員下載查驗照片與紀錄的網頁	37
圖 23：測試 OPENAI 辨識工程查驗照片	42
圖 24：OPENAI 辨識工程查驗照片結果.....	43

第一章 緒論

第一節 前言

為執行工程品質抽驗及落實政府採購法第七十條工程採購品質管理與行政院頒「公共工程施工品質管理制度」，中央及地方政府公務機關皆會委託專業團隊執行「工程品質委託抽驗工作」，藉以提升公共工程施工品質，確保公共工程施工成果符合其設計及規範之品質要求。一般而言，工程品質抽驗工作項目主要包括兩大類[1]：(一) 一般工程品質抽驗：如施工進度、工程座標位置、臨時防減災及職業安全衛生、品管文件、設計圖說、整體外觀、完成面尺寸或平整度量測等。(二) 工程材料試驗：包括混凝土鑽心抗壓、瀝青混凝土鑽心厚度、瀝青混凝土鑽心壓實度、混凝土鑽孔塊石、混凝土鑽心穿透厚度、工地密度、混凝土磚抗壓、鋼筋抗拉抗彎、鋼筋及鋼構輻射、鋼構造物焊道超音波或磁粒、再生瀝青混凝土鑽心黏滯度等。

查驗人員資格必須為土木、水利、結構、大地及水土保持等相關科系之技師，或擔任前述領域大專院校相關科系講師以上者。查驗人員應於適當日期與材料鑽探廠商共赴工程所在地鑽取材料試體，並拍照、紀錄包括缺失在內的查驗結果，最後繳交一份包含材料試驗報告與品質查核結果與照片的查驗報告。目前國內多數的查驗團隊大多以人工紙本方式進行各項查驗工作，計有缺點如下[2][3]：

1. 查驗規劃與任務管理方面：以人工方式安排查驗時程與分派工作，可能依賴電話或實體會議進行溝通。查驗項目、計畫時程與相關聯絡資訊記錄於紙本，分散於多個文件夾中。任務分派與協調高度依賴人力，耗時且易出錯。

2. 現場查驗與數據採集方面：查驗人員攜帶紙本表格，現場以手寫方式記錄施工進度、檢測數據與問題。照片以單獨的數位相機拍攝，需回到辦公室後手動整理與標註。材料試驗數據需依賴儀器，並人工將結果抄寫到紙本記錄。數據抄寫與整理工作重複，增加工作量，且容易出現錯誤。缺乏數位化設備的即時校驗功能，可能導致現場漏測。紙本記錄易丟失或損壞，歷史數據難以保存。照片與記錄分離，無法有效整合形成可追溯的檢查鏈。
3. 數據分析與判讀方面：查驗人員手動將紙本數據輸入電子表格(如 Excel)，進行基本的統計運算或生成圖表。判讀結果依賴查驗人員的經驗，易出現計算或抄寫錯誤。
4. 報告生成與交付方面：查驗報告手動整理與編排，需將紙本資料、照片、表格數據分別處理後整合。報告以紙本或電子郵件方式提交，缺乏系統化存檔與版本管理，且無法快速比對大量數據與標準規範。
5. 後續追蹤與改進方面：查驗缺失的追蹤主要以書信或電話聯繫為主，無法即時掌握修正進度。歷史查驗數據難以系統化存取與分析，形成數據孤島，無法為改進策略提供支持，缺乏長期趨勢分析與報表生成能力。

本計畫案將從資訊管理的角度出發，利用資訊技術與系統化方法改善傳統人工紙本的查驗作業可，可提升查驗效率、準確性與可追溯性。表 1 是傳統工程查驗方式的缺點與本計畫所提之改善方案一覽表，茲說明如後：

1.查驗規劃與任務管理方面

可使用專業工具，如 Microsoft Project，進行任務分配與時程安排，依工程進度與施工階段，將檢查項目分解為細項，分派查驗任務，確保查驗進度符合工程計畫需求。此外，可應用 GIS 系統事先標註工程位置，為查驗團隊規劃最佳路徑與安排現場工作。

2.現場查驗與數據採集方面

查驗人員可使用配備專業應用程式的平板電腦或手機，直接在現場記錄測量數據、拍攝照片，並即時上傳到雲端資料庫。此外，查驗人員可使用如超音波探測儀、抗壓測試儀、GPS 設備等進行準確測試，並通過無線方式與資料庫同步。對於大型結構或難以接近的位置，可應用無人機可用於拍攝高解析度影像，輔助檢查整體外觀與施工位置。

3.數據分析與判讀方面

應用資料庫系統集中管理試驗數據，並進行自動化分析。應用人工智慧(AI)與機器學習，自動化識別檢測數據中的潛在缺陷，如將查驗結果與設計規範進行比對。再透過視覺化統計分析工具，進行數據清理、可視化判讀，快速找出異常數值。

4.報告生成與交付方面

使用文書自動化技術，如 VBA，自動擷取資料庫中的查驗數據，生成工程主管機管所需的查驗報告，包括照片、數據分析結果、缺失說明等。此外，也可儲存並分類管理查驗報告、照片與數據記錄，方便後續快速檢索。應用電子簽章與驗證系統，可實現數位簽章，確保報告合法性與防篡改。

5.後續追蹤與改進方面

建立追蹤系統記錄缺失修正過程，並自動通知相關單位完成驗收。

使用數據挖掘工具，分析過往查驗數據，找出常見問題並制定預防措施。分析所有查驗數據，形成質量改進建議，協助工程業主單位為後續類似工程提供參考。

表 1：人工紙本查驗作業的缺點與本計畫所提之改善方案 2

作業階段	人工紙本查驗作業的缺點	資訊技術輔助方案
查驗規劃	依賴紙本記錄與人工作業，效率低且容易疏漏。	使用專案管理工具與自動提醒功能，任務分派與進度掌握更加精準。
現場查驗	手寫數據與分散照片，數據孤立，易出錯。	使用行動裝置同步記錄數據，拍照直接與數據綁定，提升準確性與效率。
數據分析	手動整理數據，易產生錯誤，缺乏自動化工具支持。	使用統計與 AI 工具快速分析數據，發現潛在問題並生成視覺化報表。
報告生成	人工整合報告，編排耗時，缺乏系統化存檔與版本管理。	自動生成報表，快速提交，並統一存檔管理，提升檢索效率。
後續追蹤	數據分散無法系統追蹤，歷史記錄難以利用。	使用大數據管理系統進行追蹤與統計，形成完整改進循環。

第二節 計畫預計成果

政府工程品質查驗已經推行很多年，是確保公共工程施工成果符合其設計及規範之品質要求的一項重要的工作。然而，由於絕大多數的查驗資料、照片存在於紙本的查驗報告中，以致於這些工程查驗資

料雖數量龐大，卻難以進行統計分析或大數據分析，實屬可惜。

傳統以人工紙本的查驗作業中，現場數據記錄與照片往往分離，需回到辦公室進行人工整理，增加時間與出錯風險。此外，水土保持或農村再生工程通常廣泛分布於山區或荒郊野嶺，查驗人員往往不易準確定位施工的管考點位址。最後，這些查驗報告中可能混雜不少因人為輸入錯誤或照片誤植的緣故，即使將紙本資料予以數位化，也可能影響資料分析的正確性。

行動裝置、無線網路與 GIS 空間資訊技術可改善前述的這些問題。查驗人員使用平板或手機，直接在現場拍攝照片並記錄檢查數據，並通過無線網路即時上傳至中央系統。GIS 系統提供強大的地圖視覺化功能，幫助查驗人員在空間上直觀呈現工程管考座標與查驗人員所在位置間的距離。OpenAI 等大型語言模型(LLM)的語意及圖形辨識功能，可自動發現並避免文不對題或圖文不符的人為輸入錯誤。

有了數位化的查驗資料後，再利用成熟的機械學習技術針對工程缺失與材料試驗不合格的資料進行大數據分析，找出常見工程缺失的類型與材料試驗不合格的可能成因，藉以制定針對性改進措施。如此一來，不但可全面提升工程查驗作業的效率與準確性，並將傳統以紙面資料為主的查驗資料活化為數據驅動品質提升的循環，本計畫的重要性不言可喻。

綜上所述，本計畫主要有以下三個主要的預期成果：

- 1.設計一套以行動裝置為查驗資料採集設備的作業流程
- 2.建構前端行動裝置 App 與後台數據管理系統
- 3.應用 OpenAI 工具發現數據潛在問題並制定預防措施。

第二章 工作執行方法與步驟

第一節 行動數位化工程查驗作業流程設計

為有利計畫之進行，本計畫首先訪談若干位曾承接貴署工程品質查驗計畫的專案管理人員與工程查驗人員，以了解工程查驗與專案管理作業流程、查驗項目與所需登載的各項資料；更重要的是，了解他們在這些作業流程中所遇到的種種與資料擷取、編輯、查詢、整理等資訊管理相關的問題與困難。基於現況訪談的結果，本計畫後續設計與開發的資訊系統始能發揮最大的功能與效益。

此外，根據 Laudon & Laudon (2020) [4] 所提出的資訊系統發展觀點，資訊系統的主要目標在於「改善企業流程效率、提升資訊品質，並支援管理決策與組織績效」，任何資訊系統的設計，特別是使用者介面與系統功能模組的開發上，應當以組織現有或預期導入的標準作業程序(Standard Operating Procedures, SOPs)為基礎。標準作業程序不僅是組織內部作業流程的規範化文件，也是確保資訊系統能有效支援業務運作與管理決策的核心依據。換句話說，資訊系統的開發必須建立在對業務流程的完整理解之上。若系統設計未與 SOP 對應，將可能導致功能錯置、使用不便、為資訊化而資訊化，最終造成使用者抗拒、與組織流程脫節，導致資訊方案導入全盤失敗。

因此，本計畫在現況訪談後、正式進入資訊系統設計與開發前，須依照前述工程品質查驗的作業流程，並考量所有查驗人員、專案管理人員的需求與問題清單，綜合考量各項資訊技術輔助的效益，先行設計一套行動數位化工程查驗作業流程，作為本計畫後續資訊系統設計與開發的準則。

第二節 建構前端行動裝置 App 與後台數據管理系統

工程查驗資訊輔助系統旨在透過行動裝置系統與資料庫等資訊技術，提升工程查驗人員的作業效率和準確性，主要使用者為查驗技師。基於本計畫對查驗工作整體作業流程的初步了解，工程查驗系統應至少包括前端的「行動查驗程式」以及後端的「自動報表服務」兩大部分。「行動查驗程式」主要功能應有：顯示專案資訊、使用電子地圖顯示管考座標與定位查驗者位置、查驗照片與缺失紀錄等。本計畫預計依實際需求開發「網頁版」和「APP 版」兩套行動查驗系統，網頁版適用於有網路環境的查驗，而 APP 版則適用於無網路訊號的偏遠地區。「自動報表服務」則提供查驗人員於查驗後，匯入「行動查驗程式」所蒐集的查驗結果，以自動產製查驗報告。

1. 網頁版行動查驗程式

網頁版行動查驗程式預計使用 HTML5、JavaScript 和 Java Script Pages (JSP) (搭配 Tomcat 9.0 網站伺服器)技術開發，初步規劃以下主要功能：

(一) 顯示專案資訊

網頁版可以顯示當前專案的詳細資訊，方便查驗技師了解專案背景和進度。此外，系統亦顯示查驗工程的廠商聯絡人資訊與查驗日期及時間，便於查驗技師於查驗前、中、後進行聯絡。

(二) 切換其他專案

查驗技師可以在不同專案之間切換，方便管理多個專案。

(三) 顯示現在位置與誤差範圍於地圖上

系統可在電子地圖內顯示查驗技師的當前位置及誤差範圍(農村再生工程為 300 公尺、水保工程為 50 公尺)，便於確認管考

座標是否合格。

(四) 照片紀錄

查驗技師可以直接使用手機開啟網頁程式進行拍照(本團隊建議方式)，或選取手機中已經拍攝的查驗照片進行照片紀錄。有別於傳統的查驗作業，是以手機相機進行記錄，之後再於後續內業時挑選照片。查驗人員使用「行動查驗程式」於工地進行查驗並記錄，再搭配「自動報表服務」自動匯入查驗結果，這種作業方式可大幅減少查驗人員的報表工作量，並降低可能的照片錯置問題。

2.自動報表服務

「自動報表服務」提供查驗技師於工程查驗後，自動匯入查驗照片與紀錄，並產製查驗報告的功能。「自動報表服務」是一個附有巨集程式與查驗報告表格的 WORD 檔案，查驗技師開啟這個檔後，首先輸入查驗工程的編號，「自動報表服務」便可自動抓取資料庫中的查驗紀錄，並下載查驗照片，貼附於對應的查驗表格中，最後另存新檔，可減省查驗人員文書作業的麻煩。

3.APP 版行動查驗程式

由於部分查驗專案地處偏遠無網路訊號，無法使用網頁版程式，因此本團隊開發了「APP 版」的行動查驗程式。APP 版預計使用 App Inventor 2 和 Java Script Pages (JSP) (搭配 Tomcat 9.0 網站伺服器) 技術進行開發，主要功能與網頁版的功能完全相同，差別在於「APP 版」的行動查驗程式可離線使用，也就是在在無網路狀態下仍可進行工程查驗，其後待網路恢復時，再一次上傳查驗結果於雲端。其主要功能如下：

(一) 使用手機 GPS 定位

APP 版行動查驗程式使用手機 GPS，定位精度更高，便於確認管考座標是否合格

(二) 無網路狀態下的照片紀錄

即使在無網路狀態下，查驗技師仍可使用手機拍照並將查驗照片暫存於手機中，待網路恢復時再一次上傳查驗結果於雲端。

第三節 應用 OpenAI 發現數據潛在問題並制定預防措施

完成查驗系統的開發後，本計畫預計邀請貴署「114 年度工程品質委託抽驗」計畫之工程查驗人員與專管人員進行系統測試，一方面提供開發人員進程式偵錯及優化，另一方面藉以收集並累積足夠的工程查驗數據，以進行下一階段「應用 OpenAI 自動發現工程查驗數據潛在問題」之計畫工作。

應用人工智慧與機器學習對於工程查驗作業的功能與效益包括：

1. 識別檢測數據中的潛在問題

在資訊層面，可先將工程查驗結果與設計規範中的量化數據進行比對。或利用統計分析視覺化工具，進行數據清理、可視化判讀，初步找出異常數值。對於系統性問題與深層問題方面，則得依賴歷史數據，透過人工智慧的分析，進行潛在問題的挖掘[5]。

「垃圾進，垃圾出」(Garbage in, garbage out, 簡稱 GIGO)，或稱「廢料進，廢品出」，是一句廣為流傳的電腦科學與資訊技術領域的格言，意指若將錯誤或無意義的資料輸入電腦系統，系統輸出的結果必然也會是錯誤或無意義的。任何資訊系統，只要是由人以開放性的文字輸入資料，如：工程查驗系統輸入工程缺失，就會有人為疏失的機會。以工程查驗為例，工程缺失照片必須註記工程缺失內容。查驗

人員在登錄這些資料時，可能發生缺失的文字描述與缺失的標題類型或缺失照片不一致的情況。多半的原因可能是文字輸入盒錯置或照片誤植。類似這種深層的錯誤並無法藉由一般資訊系統的比對發掘出來，後續以人工方式進行偵錯也不切實際，以至造成「文不對題」以及「圖文不符」的問題。

本研究預計使用目前廣為人知的 OpenAI 公司所發行的 Chat Completion API 與 Vision API[6]，自動偵測檢測數據中的潛在問題。

Chat Completion API 乃基於自然語言生成技術，其功能包括：

- 語意理解：辨識使用者輸入的自然語言並提取其中的意圖與關鍵實體。
- 對話生成：根據語意分析結果生成邏輯清晰、符合上下文的回應。
- 格式化輸出：支持根據需求設計回答格式，例如時間、地點等資訊的標準化呈現。

以微軟的 Azure AI Studio 為例[7]，它提供四類組建語意模型的試驗場(Playground)，首先建立一個初始的模型(initial schema)；接著加入訓練範例，內容包括同一個意圖(intent)多個不同的口語表達(utterances)，其中需帶有語意圖相關的實體(entity)範例；然後，使用這些範例進行訓練(training)並作驗證測試，如此完成一個循環的測驗。

本研究預計將使用 Chat Completion API 這個語言理解的工具，自動解析查驗報告中的文字數據，提取關鍵資訊(如缺失描述)，並進行分類。藉以挖掘「文不對題」的人為輸入錯誤。至於缺失照片與缺失文字內容的比對，則先透過 Vision API 辨識圖片內容，再使用 Chat Completion API 進行語意與內容實體的比對。

2.歷史數據分析與預防措施制定

有了數位化的工程查驗數據，始能進行大數據的分析。透過分析歷史數據，可發現缺陷或關鍵問題，並預測未來可能發生的缺陷。針對常見的工程查驗缺失，使用 Prophet 或 ARIMA 等工具，可透過時間序列分析工程查驗的時間數據，以預測缺失發生的高頻時段。機械學習預測模型如：Random Forest 或 Gradient Boosting，可搭配材料試驗結果識別產生這些工程缺失或材料試驗不合格的關鍵因素[8]。

以下是使用機械學習模型，利用多個工程的材料抽驗數據，目標是識別不同工程中可能影響材料試驗結果的共通性問題，例如混凝土抗壓強度不足的原因。數據資料欄位如下：

表 2：範例資料之欄位及模擬數據內容

工程編號	試驗編號	混凝土水灰比	材料供應商	養護時間(天)	氣溫(°C)	工程地區	工程規模(m ²)	抗壓強度(MPa)	是否合格
001	1	0.45	A	28	25	北部	5000	30.5	合格
002	2	0.50	B	21	32	中部	10000	23.0	不合格
003	3	0.48	A	28	30	南部	7000	26.5	合格
004	4	0.52	C	14	28	北部	3000	21.0	不合格
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...

其中，目標變數(Target)為「是否合格」(合格=1，不合格=0)；特徵(Features)包括：混凝土水灰比、材料供應商、養護時間、氣溫、工程地區、工程規模、工程類型等。

分析步驟與過程如下：

1. 數據整合

- 將不同工程的數據匯總，標記每個試體對應的工程資訊(如工

程地區、規模)。

- 數據清洗與標準化，處理可能缺失的數據(如以平均值或中位數填補)。

2. 訓練模型

- 使用 Random Forest 或 Gradient Boosting 訓練模型，以「是否合格」作為目標變數，預測影響材料試驗合格與否的因素。
- 加入跨工程的特徵(如工程類型、地區、規模)以捕捉可能的工程類型、地區或其他工程特性對結果的影響。

3. 特徵重要性評估

- 訓練完成後，評估特徵的重要性，如表 2 所示。

4. 模型解釋與結果分析

- 從結果中識別跨工程的共通問題
- 可視化模型結果進一步揭示特徵與目標之間的非線性關係。

5. 制定共通性改進措施

- 根據分析結果，提出跨工程的改進建議：
 - 供應商管理：建立供應商評估系統，限制品質不穩定的供應商參與投標。
 - 施工過程控制：所有工程均應設立水灰比與養護時間的最低標準。
 - 氣候應對策略：針對不同地區的氣候條件，調整施工工序與養護方法(如加強南部工程的冷卻措施)。

表 3：案例說明的評估特徵重要性

特徵	重要性分數
混凝土水灰比	0.40
材料供應商	0.25
工程地區	0.15
養護時間	0.10
氣溫	0.07
工程規模	0.03

第三章 工程查驗資料採集作業流程之設計與規劃

依第二章第一節所述，本計畫訪談若干位曾承接貴署工程品質查驗計畫的專案管理人員與工程查驗人員，以了解工程品質查驗的作業流程，以及查驗人員與專管人員的作業需求與現況問題，綜合考量各項資訊技術輔助的效益，設計一套行動數位化工程查驗作業流程，共分規劃、查驗、分析、追蹤、優化等五大階段。「規劃階段」是指查驗計畫的專管人員的前置作業，以及根據工程承包商實際施工狀況定期指派查驗人員的工作；「查驗階段」則是受指派的查驗人員依指派的查驗時間至工程所在地進行查驗；「分析階段」則是查驗人員完成各項查驗資料之收集後，自動生成查驗報告(包含使用 AI 工具自動檢測人為輸入錯誤)的階段；「追蹤與優化階段」則是以貴署的角度，進行查驗報告的追蹤管理，以及歷史查驗數據分析與預防措施之制定。

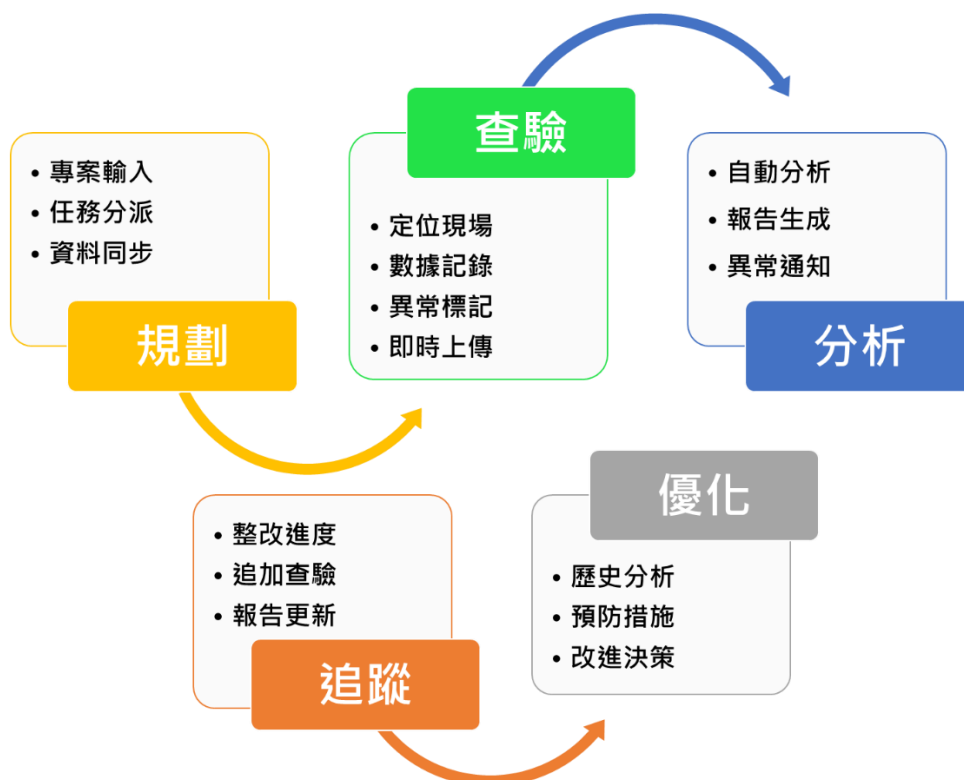


圖 1：行動數位化工程查驗作業流程(本計畫設計)

1.前期準備與規劃

(一) 專案資料輸入與任務分派

- 將工程相關資料(如工程名稱、地點、查驗內容、進度)輸入查驗管理系統。
- 查驗系統自動生成 GIS 地圖，標示每個工程管考座標的位置。
- 系統根據查驗項目、自動分派人員與任務，並發送行程提醒。

(二) 預備資料同步

- 查驗人員的行動裝置同步下載查驗計畫、相關圖說、標準規範文件。

2.現場查驗

(一) 進場與工程確認

- GIS 地圖自動顯示當前工程位置與查驗項目列表。

(二) 數據記錄與拍照

- 使用行動裝置進行數據輸入，如：尺寸量測(連接數位測量工具自動導入)。
- 拍攝工程照片，並自動標註時間、地點與對應查驗項目。
- 異常情況記錄：例如尺寸不符或缺陷，系統自動標記為高風險項目。

(三) 即時數據上傳

- 所有數據與照片經無線傳輸上傳至中央系統。
- 系統自動執行基本校驗，如檢測數值範圍是否合法，並即時回饋提示。

3.數據分析與問題發現

(一) 初步分析與生成報告

- 系統自動生成初步報告，包含：(1) 查驗完成項目列表；(2) 相關照片的數據對應。
- 應用 AI 工具，識別檢測數據中的潛在問題，包括：(1) 文不

對題，如缺失的文字描述與查驗項目標題不符，或發現數據異常點(如某工程管考座標偏離數據範圍)；(2) 圖文不符，查驗照片的內容明顯與查驗項目不符等。

(二) 即時通知相關人員

- 如果發現重大缺陷(如材料強度未達標)，系統自動通知相關主管和施工單位。
- GIS 地圖上標記問題位置，幫助快速定位和處理。

4.查驗報告與追蹤管理

(一) 報告整合與提交

- 系統整合所有現場數據，生成完整的電子報告，包含以下內容：
(1) 查驗摘要與結果； (2)材料試驗數據圖表； (3)照片與問題描述的對應； (4)報告可直接提交至主管單位，或存檔於系統中供查閱。

(二) 問題追蹤與修正

- 建立問題清單，包含：問題描述與責任單位、預期修正時間與後續查驗安排。
- 修正進度自動更新至系統，查驗人員可即時掌握進展。

5.歷史數據分析與預防措施制定

(一) 長期數據管理與分析

- 系統匯總歷史查驗記錄，進行統計與可視化分析，藉以發現：
(1) 常見問題的類型與分布； (2)高風險工程類型或地區。
- 基於分析結果，提供預防性建議。

(二) 智能輔助決策

- 系統根據歷史數據，預測未來可能出現的問題，生成改進建議，例如：
(1) 增加對特定材料的檢測頻率； (2) 為高風險地區配置更多查驗資源。

這套流程結合最新技術，實現數據驅動的工程品質查驗，有助於提高公共工程的透明度與可靠性，預期成效包括：

- 提升數據記錄與傳輸效率。
- 減少人工錯誤，提高查驗準確性。
- 實現數據的可視化與預測性分析。
- 確保問題修正的全流程追蹤，促進工程品質持續改進。

第四章 行動版工程查驗系統之開發

第一節 前端行動裝置 App

1. 網頁版行動查驗程式之開發

網頁版行動查驗程式使用 HTML5、JavaScript 和 Java Script Pages (JSP) (搭配 Tomcat 9.0 網站伺服器)技術開發，使用者可使用電腦或手機瀏覽器開啟並進入系統。一般而言，查驗人員在查驗工程時，通常會使用手機瀏覽器開啟查驗系統；工程查驗後若需查詢或進行其他編輯作業，則另可使用電腦瀏覽器開啟本系統。目前網頁版行動查驗程式已完成各項主要功能，茲分述如後：

(一) 系統登入

為保障資料安全與任務分派的正確性，查驗人員需先完成登入程序方可使用本系統功能。若未經登入即試圖進入於網頁版行動查驗系統的功能頁面，系統將跳出提示警告訊息，並導回登入畫面(以手機瀏覽器開啟查驗系統的登入畫面如圖 2 左側所示)，以防止未授權存取。

查驗人員輸入正確的帳號（預設為查驗人員的電子信箱）與密碼後，即可成功登入查驗系統，畫面即會顯示查驗人員的姓名，並以下拉式選單列出該查驗人員所負責所有專案編號清單，如圖 2 右側所示。在登入狀態下，使用者始可點選上方四大功能頁面：座標、照片、品質抽驗、工材試驗。網頁版行動查驗程式亦可使用電腦瀏覽器執行，畫面如圖 3 所示。以下網頁版行動查驗程式皆以手機瀏覽器執行，進行畫面展示。

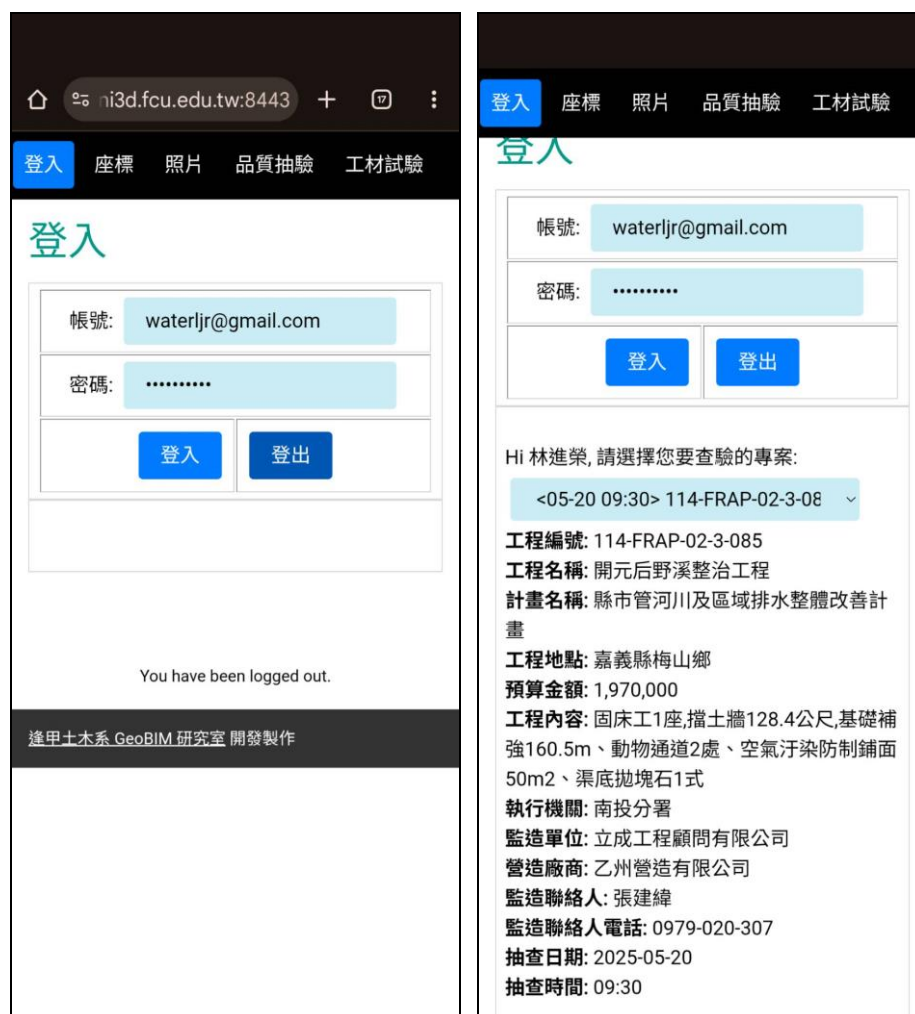


圖 2：以手機瀏覽器開啟系統進行登入驗證

(左：登入前；右：登入後)

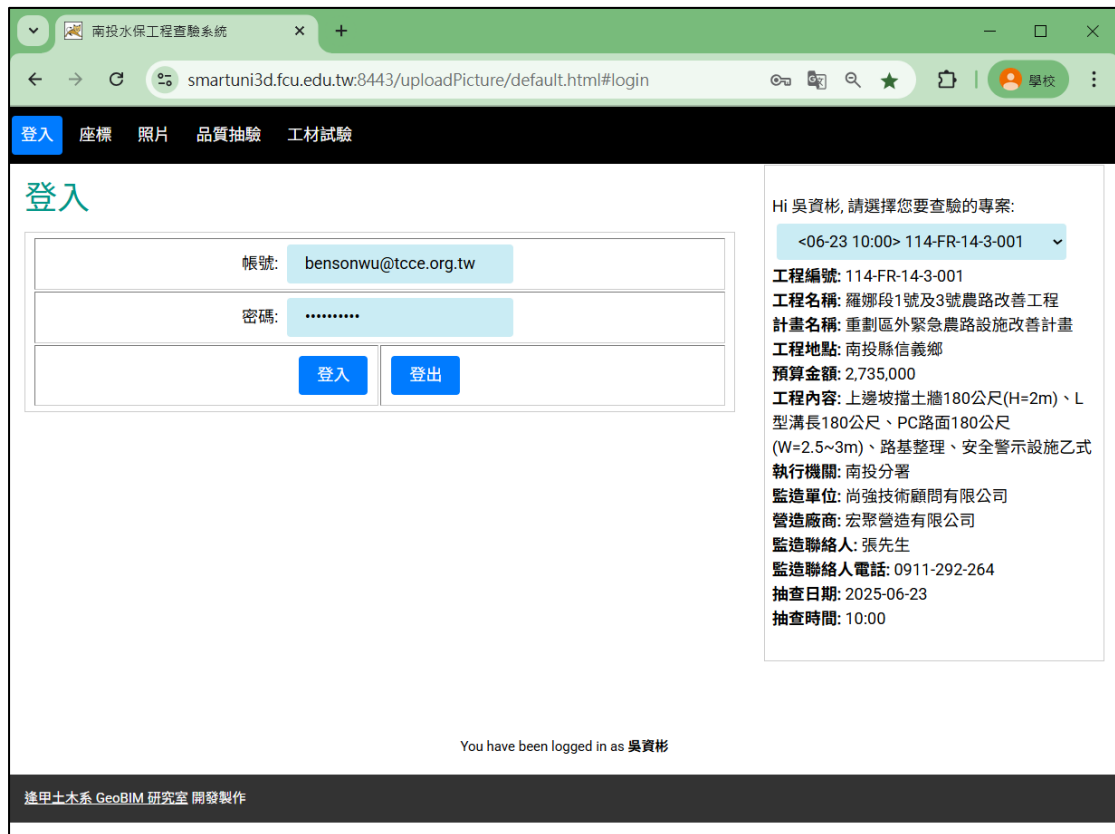


圖 3：以 PC 瀏覽器開啟系統進行登入驗證(登入後)

(二) 顯示專案資訊

系統首頁的專案編號清單是以查驗日期作為排序依據，方便查驗人員點取正確的專案進行查驗。使用者登入後，系統會預選清單中的第一個專案，並於下拉式選單下方顯示該專案的基本資料，包括：工程編號、名稱、預算金額、施工單位及抽查日期與時間等（如圖 3）。此外，系統亦會顯示查驗工程的廠商聯絡人資訊與查驗日期及時間，便於查驗技師於查驗前、中、後進行聯絡。此機制可協助查驗人員迅速選擇待查驗工程，並進入後續的照片記錄、座標定位與品質抽驗作業，確保流程依任務指派準確執行，亦有助於資料追蹤與後續稽核。

(三) 切換其他專案

查驗系統的資料內容是專案為單位，查驗人員必須先點選所欲編

輯的專案，再進行各項功能的操作。使用者於登入後，可點選登入畫面中的「專案編號清單」(如圖 4 所示)，在不同專案之間切換，方便管理多個專案。

(四) 管考座標查驗輔助功能

系統可在電子地圖內顯示查驗人員所在位置與查驗容許誤差範圍。由於「農村再生工程」的查驗容許誤差範圍為 300 公尺，系統會以查驗人員所在位置為圓心、顯示半徑 300 公尺的半透明綠色圓圈，表示查驗容許誤差範圍，如圖 5 左側所示；「水土保持工程」則為 50 公尺，系統以紅色圓圈顯示，如圖 5 右側所示。

以不同顏色的圓圈顯示容許誤差範圍，有利於查驗人員迅速確認管考座標是否合格：倘若查驗人員抵達管考位置時，該查驗工程的管考座標(以紅色標記顯示，如圖 5、圖 6 左側所示)若落在容許誤差範圍的圓圈中，則表示該工程的管考座標位置為合格。查驗人員可進一步點選管考座標的紅色標記，系統即自動計算並填入該管考座標與所在位置之間的距離。此時，查驗人員可直接勾選下方檢驗結果為符合的核取方塊。反之，若管考座標的紅色標記落在圓圈之外，則為不符合。

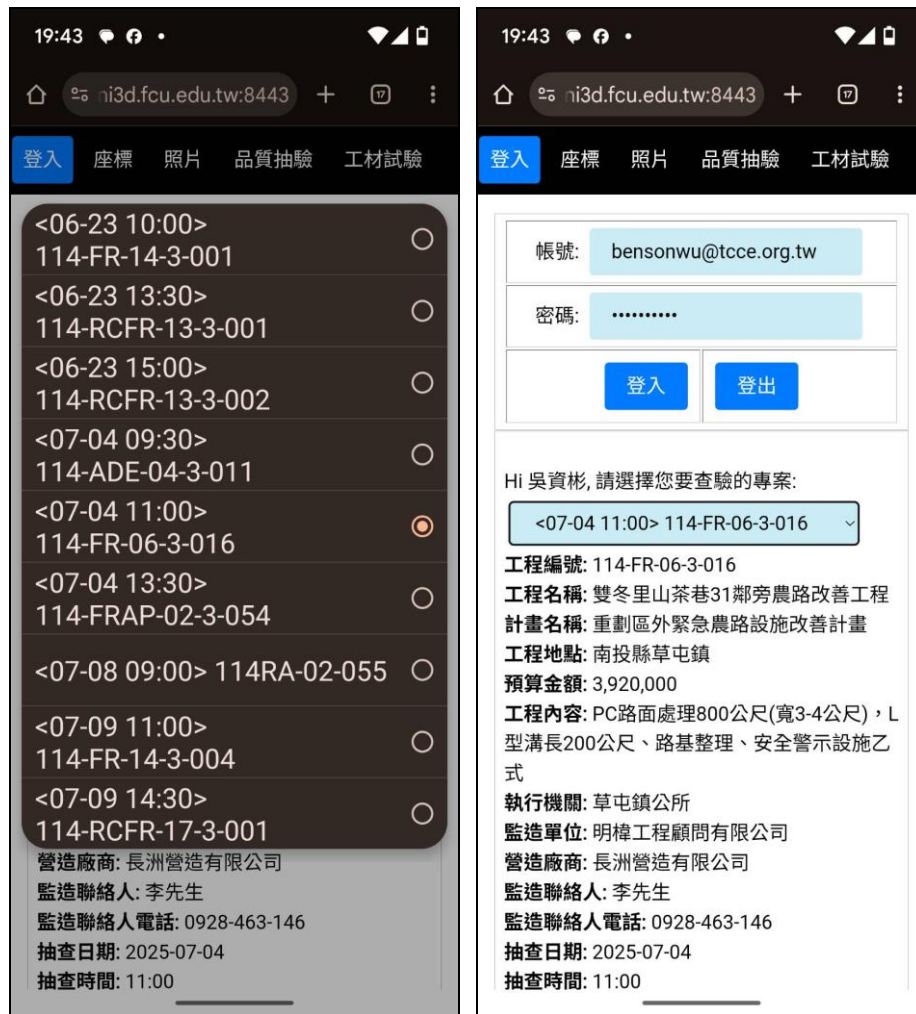


圖 4 網頁版行動查驗程式顯示查驗工程資訊並切換不同查驗工程

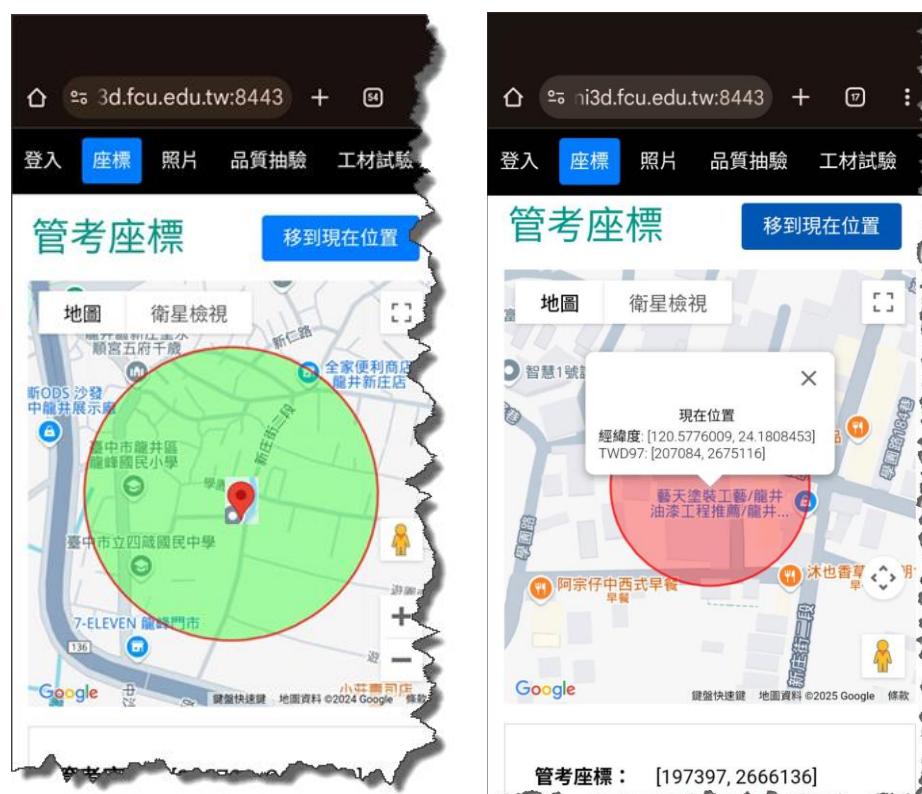


圖 5 於電子地圖中顯示查驗人員所在位置與查驗容許誤差範圍

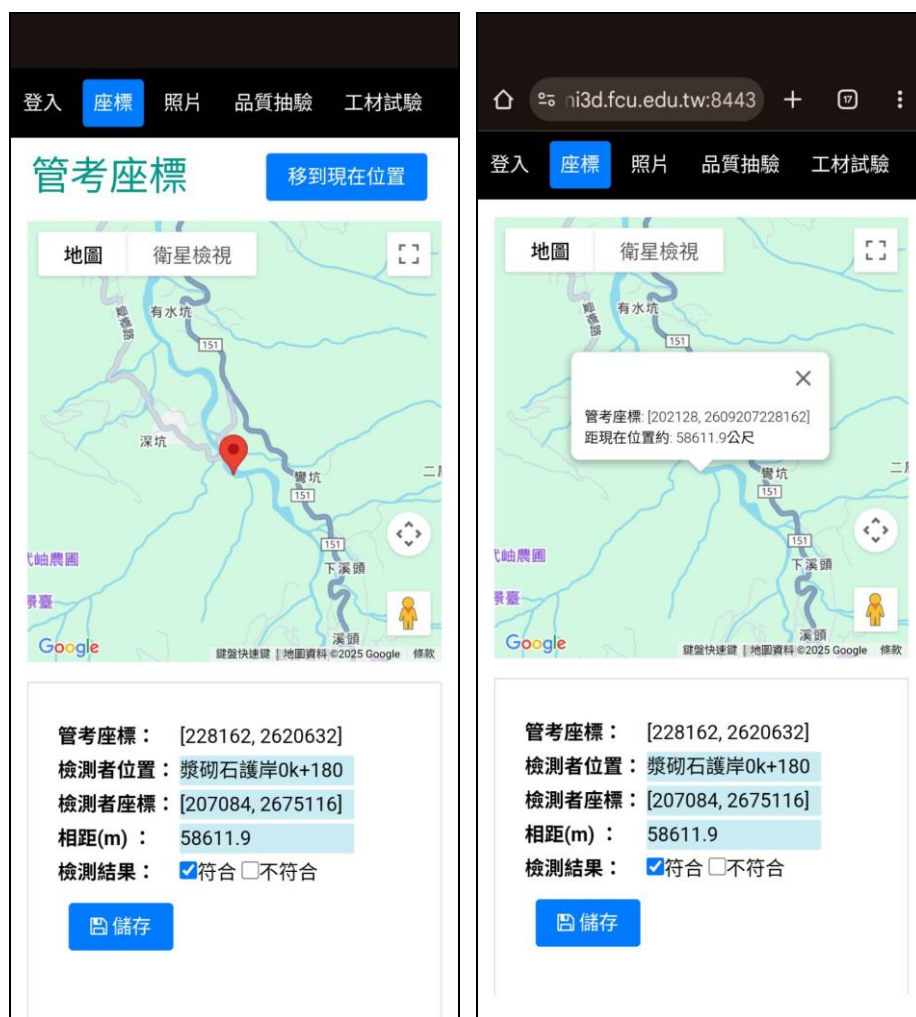


圖 6 於電子地圖中自動填入查驗人員所在位置與管考座標之距離

(五) 照片紀錄

查驗人員於紀錄查驗照片時，可選取手機中已拍攝的查驗照片，或直接使用網頁程式開啟手機相機進行拍照(如圖 7 所示)。有別於傳統的查驗作業是以手機相機進行記錄，再於後續作業時從眾多像片中挑選對應的照片。查驗人員使用本系統可逐項針對查驗項目進行拍攝並上傳，再搭配「自動報表服務」自動匯入查驗照片，這種作業方式可大幅減少查驗技師的報表工作量，並降低可能的照片錯置問題。

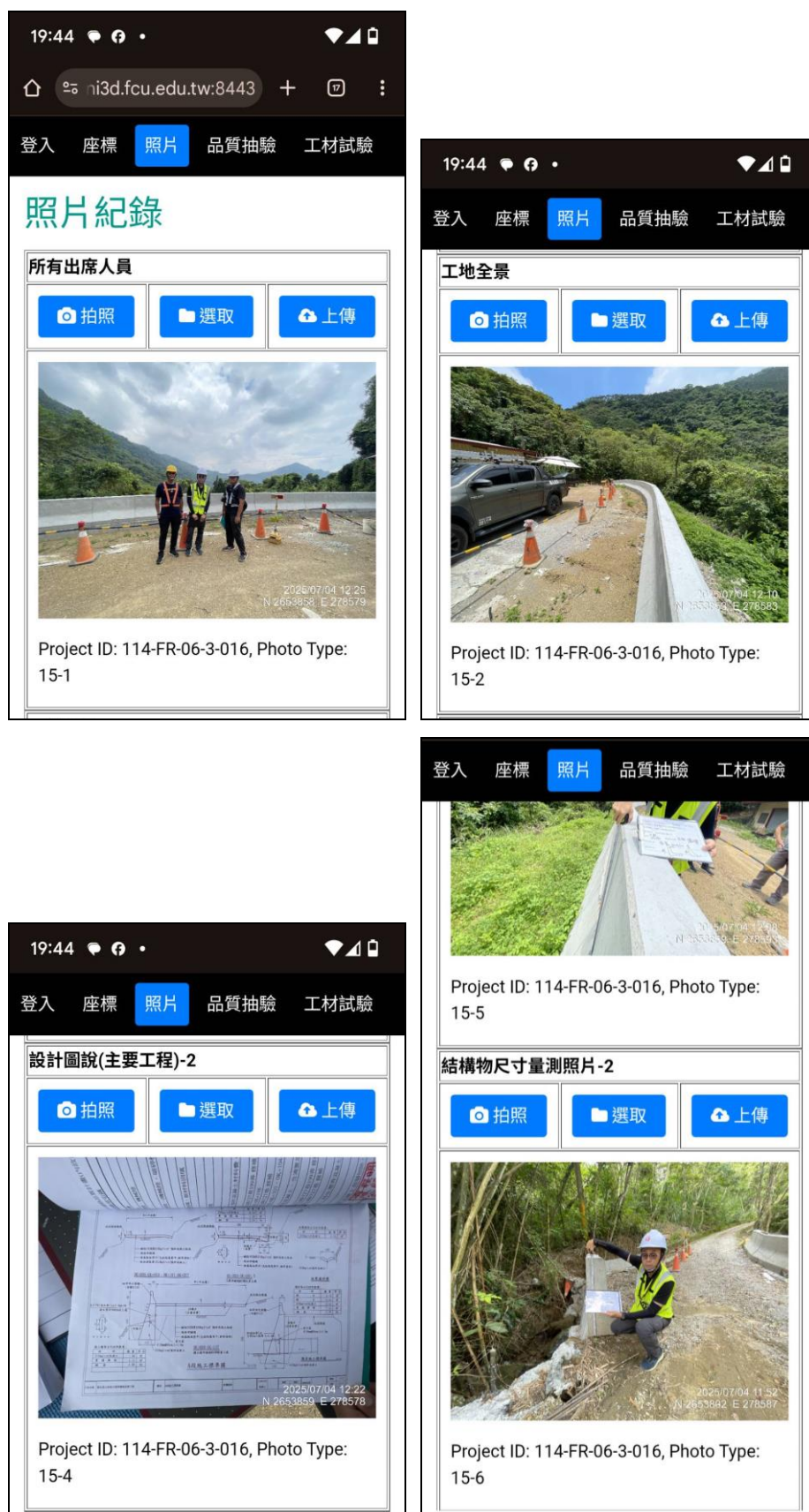


圖 7 以手機相機拍攝查驗照片並上傳至雲端

(六) 一般品質抽驗缺失紀錄與工程材料試驗

查驗人員進行一般品質抽驗與工程材料試驗，亦可使用相同的操作方式，以網頁程式開啟手機相機進行拍照或選取手機中已拍攝的查驗照片(如圖 8 所示)。唯一不同處是，一般品質抽驗可另外於照片說明處輸入缺失說明，如圖 8 左側所示。這些文數字資料會連同查驗照片一同存入網路資料庫，供後續作業使用。前述的查驗照片、一般品質抽驗與工程材料試驗，查驗人員皆可針對各個查驗項目重複拍攝、上傳並儲存，系統將以最後一次上傳並儲存的照片為準。

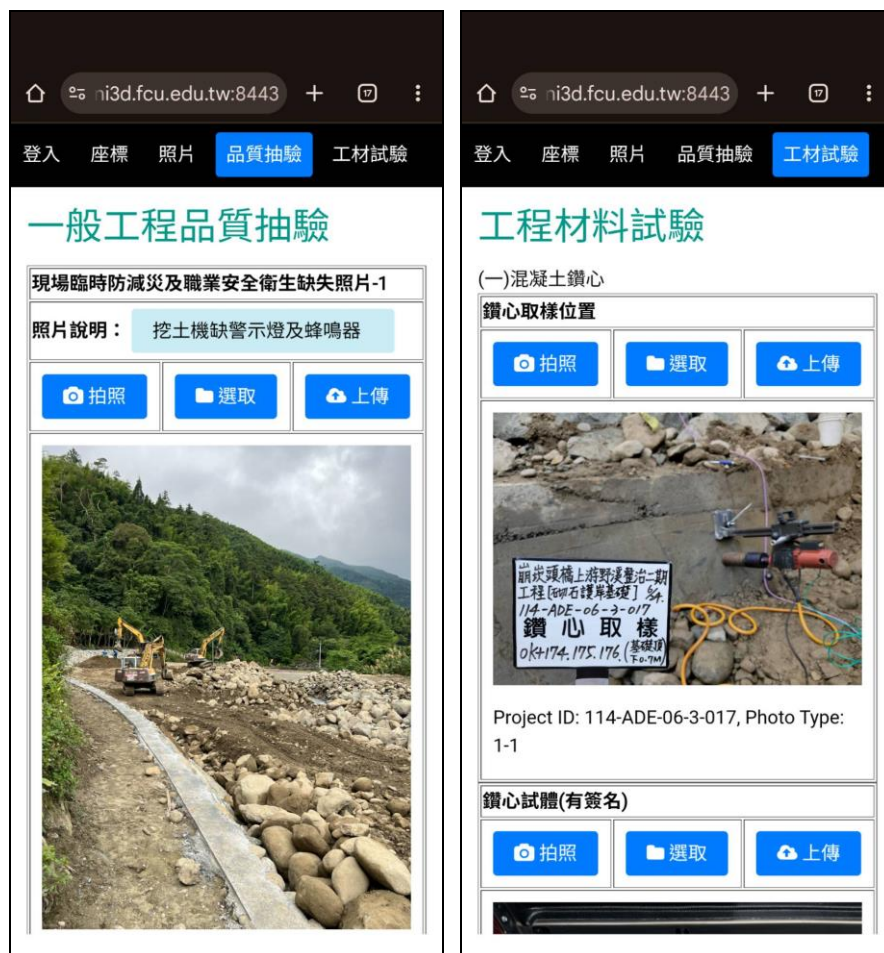


圖 8 一般品質抽驗缺失紀錄與工程材料試驗

2.APP 版行動查驗程式之開發

由於部分查驗專案地處偏遠無網路訊號，無法使用網頁版程式，

因此本計畫另開發「APP 版」的行動查驗程式。APP 版使用 App Inventor 2 和 Java Server Pages (搭配 Tomcat 9.0 網站伺服器)技術開發，主要功能與網頁版的功能完全相同，主要差別在於「APP 版」的行動查驗程式可離線使用，也就是在在無網路狀態下仍可進行工程查驗，其後待網路恢復時，再次上傳查驗結果於雲端。其主要功能如下：

(一) 系統登入驗證

與網頁版查驗程式相同，查驗人員使用 App 版查驗程式時，亦需完成登入驗證方可使用系統功能。未經登入即試圖進入於網頁版行動查驗系統的功能頁面，系統將跳出提示警告訊息，並導回登入畫面(如圖 9 右側所示)，以防止未授權存取。

查驗人員輸入與網頁版程式相同的帳號(預設為查驗人員的電子信箱)與密碼後，即可成功登入查驗系統，畫面與網頁版程式亦會顯示查驗人員的姓名，並以下拉式選單列出該查驗人員所負責所有專案編號清單，如圖 10 所示。與網頁版查驗程式相同，工程查驗 App 在登入狀態下，使用者可點選上方四大功能頁面：座標、照片、品質抽驗、工材試驗進行相關功能之操作。



圖 9：工程查驗 App 進行登入驗證



圖 10：工程查驗 App 顯示查驗工程資訊並切換不同查驗工程

(二) 無網路狀態下儲存查驗資料

工程查驗 App 最重要的特點即是在無網路狀態下，查驗人員仍可進行各項查驗紀錄的工作，包括使用手機相機拍照、查核管考座標位置、紀錄查驗缺失等文數字資料等，待網路恢復時再上傳查驗結果於雲端。首先，當查驗人員所在的位置沒有網路訊號時，工程查驗 App 上方的功能巡覽列會以紅底顯示，如圖 11 所示，告知使用者目前是離線狀態，所有資料均暫存於手機。此外，所有「上傳」按鈕都會呈現「無法使用(Disabled)」狀態，如圖 11 右側所示。待網路恢復後，這些「上傳」按鈕會呈現紅色，提醒使用者需點選以執行上傳的程序。



圖 11：工程查驗 App 以紅底顯示無網路訊號狀態

(三) 使用手機 GPS 定位

與網頁版查驗程式使用網頁瀏覽器的 Geolocation API 進行定位不同，工程查驗 APP 使用手機 GPS 抓取查驗人員所在位置座標，定位精度更高，便於確認管考座標是否合格，如圖 12 左側所示。與網頁版查驗程式相同，工程查驗 APP 同樣會根據查驗專案的類別(農村再生或水土保持)，以不同顏色的圓圈顯示管考座標查驗容許誤差範圍，如圖 12 右側所示。此外，點選管考座標標記，可自動計算並填入查驗人員與管考座標間距離。



圖 12：工程查驗 App 以手機 GPS 抓取查驗人員所在位置



圖 13：工程查驗 App 自動計算查驗人員與管考座標間距離

(四) 下載離線地圖

網頁版行動查驗程式使用 Google Map 輔助查驗管考座標，App 版程式則使用 Open Street Map(OSM)，兩個電子地圖皆預設在有網路的環境下使用。為使 App 全面支援離線作業，本計畫必須開發下載離線地圖之功能。根據 OSM 官方技術文件顯示，OSM 地圖圖磚的快取記憶體(Cache)會停留在作業系統至少三天，這個特點為本計畫的 App 離線地圖提供技術解決方案。

查驗人員在查驗作業出發前，趁有網路訊號的時候執行此功能，App 會針對選定的查驗工程自動巡覽(Navigate To)所有的管考點，藉以。巡覽時，除管考點會以不同的縮放比例(15~20)、每次停留每 2 秒

的方式將圖磚載入快取記憶體外，App 也會在每個管考點東、西、南、北各 500 公尺處做前述相同的巡覽，如圖 14 所示，使查驗人員在工地 500 公尺內周邊區域進行查驗作業時都能有完整的電子地圖可供使用。



圖 14：工程查驗 App 提供下載 OSM 離線地圖之功能

第二節 後台數據管理系統

工程查驗 App 所收集的資料與查驗照片上載至雲端後，為方便查驗人員下載查驗紀錄與查驗照片，以利轉寫查驗報告；另外，專管人員需要定期配合主管機關圈選作業聯繫受驗廠商，以進行查驗行程規劃，同時須瀏覽、查詢後台資料庫相關紀錄，以統計查驗成果，撰寫計畫報告，本計畫特開發後台數卷管理系統以及自動報表服務，資說明如後。

1.後台管理系統之開發

圖 15 為工程查驗系統後台數據管理登入畫面，專管人員登入後可開啟 Google 試算表，新增圈選查驗工程相關資料、聯絡查驗廠商後，勾選查驗項目、並指派查驗人員，如圖 16 所示。Google 試算表擁有與主辦機關相同的查驗工程資料欄位，且資料編輯相當便利，因此本計畫選擇這個介面供專管人員使用。

登入 更新 查詢

登入

帳號: admin

密碼:

登入 登出

You have been logged in as 宜婷

逢甲土木系 GeoBIM 研究室 開發製作

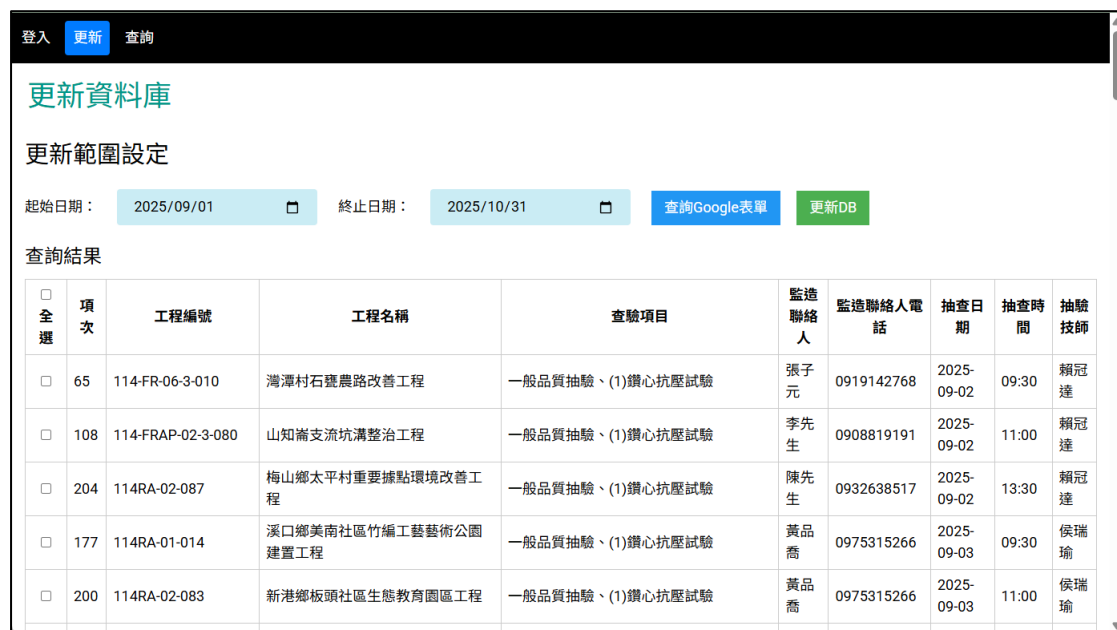
圖 15：工程查驗系統後台數據管理登入畫面

Project_2025 100% 11 Calibri

編號	項次	年度	子計畫	工程編號	工程名稱	抽查日期	抽查時間	抽驗技師	一般品質 抽驗	(2-1)瀝青 混凝土壓 實度	(2-2)瀝青 混凝土厚 度	(1)鑽心抗 壓試驗	(4)穿透鑽 心結果
2	S_1_001	1	113	治山防災(土砂)	113-ADE-49-3-004	小石門溪支流坑溝整治二期工程	2025/6/11	15:30	林建榮	✓	□	✓	✓
3	S_1_002	2	113	治山防災(土砂)	113-ADE-51-3-011	鹿谷鄉白楊木坑溝整治工程	2025/6/6	10:30	賴冠達	✓	□	✓	□
4	S_1_003	3	113	治山防災(土砂)	113-ADE-51-3-013	昇平村菜堂頂坑溝整治工程	2025/6/11	13:30	林建榮	✓	□	✓	□
5	S_1_004	4	114	保育治理(土砂)	113-ADE-51-3-014-97	大里鄉4鄰崩塌及坑溝整治工程	2025/6/25	13:30	陳柏誠	✓	□	✓	□
6	S_1_005	5	113	治山防災(土砂)	113-ADE-57-3-001	瑞峰村6鄰全埔野溪整治工程	2025/5/16	11:00	林俊煌	✓	□	✓	□
7	S_1_006	6	114	保育治理(土砂)	113-ADE-59-3-001-97	林試所潭水試驗站護坡工程	2025/6/26	10:00	劉文良	✓	□	✓	□
8	S_1_007	7	114	保育治理(土砂)	113-ADE-65-3-001-97	中正村鹽土溪野溪整治工程	2025/6/10	11:00	賴冠達	✓	□	✓	□
9	S_1_008	8	113	治山防災(土砂)	113-ADE-65-3-002	武界三號野溪整治工程	2025/6/10	09:30	賴冠達	✓	□	✓	□
10	S_1_009	9	114	保育治理(土砂)	113-ADE-65-3-003-97	萬豐村9鄰野溪整治三期工程	2025/5/22	13:30	劉文良	✓	□	✓	□
11	S_1_010	10	113	治山防災(土砂)	113-ADE-66-3-002	大龜坑野溪整治工程	2025/6/4	13:30	林俊煌	✓	□	✓	□
12	S_1_011	11	113	治山防災(土砂)	113-ADE-66-3-003	清水四鄰先驅野溪整治工程				□	□	□	□
13	S_1_012	12	113	治山防災(土砂)	113-ADE-68-3-001	尖山溪竹頭崎段野溪整治工程	2025/5/19	09:30	林慶昌	✓	□	✓	□

圖 16：查驗工程基本資料表(Google 試算表)

為同步行動查驗程式使用的資料庫，後台管理系統另提供專管人員在 Google 表單更新查驗指派相關資料後，將更新的結果同步於後台資料庫，如圖 17 所示。專管人員亦可查詢特定人員與特定期間所指派的查驗工程，如圖 18 所示。



更新資料庫

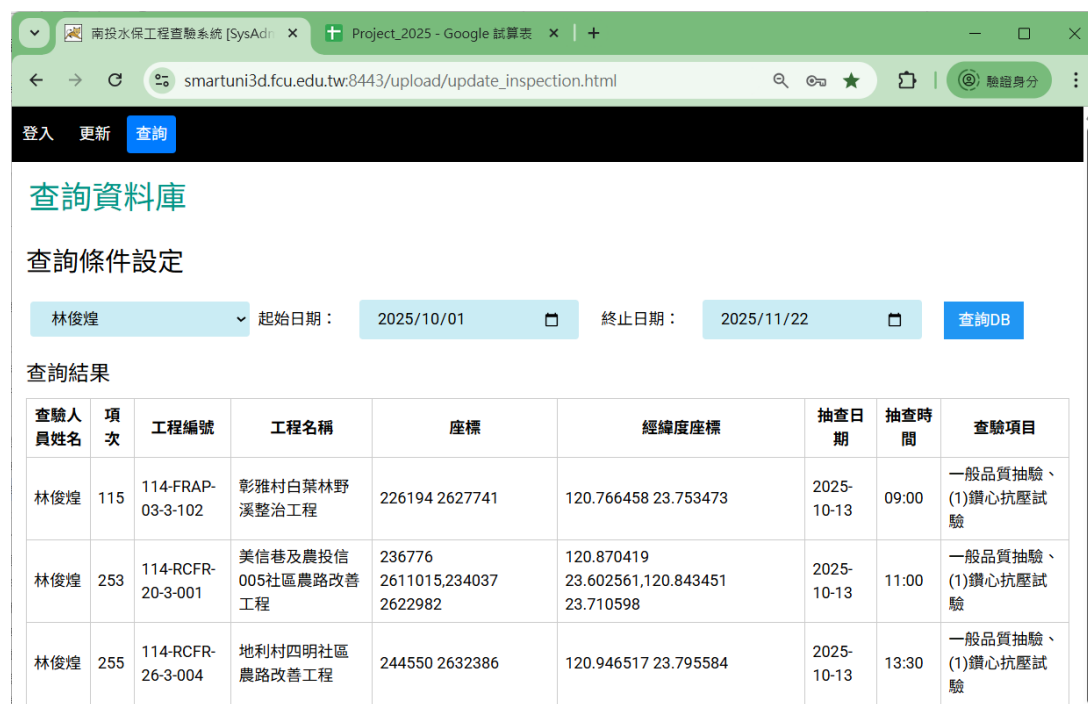
更新範圍設定

起始日期：2025/09/01 終止日期：2025/10/31 [查詢Google表單](#) [更新DB](#)

查詢結果

☐ 全選	項次	工程編號	工程名稱	查驗項目	監造聯絡人	監造聯絡人電話	抽查日期	抽查時間	抽驗技師
☐	65	114-FR-06-3-010	灣潭村石窠農路改善工程	一般品質抽驗、(1)鑽心抗壓試驗	張子元	0919142768	2025-09-02	09:30	賴冠達
☐	108	114-FRAP-02-3-080	山知崙支流坑溝整治工程	一般品質抽驗、(1)鑽心抗壓試驗	李先生	0908819191	2025-09-02	11:00	賴冠達
☐	204	114RA-02-087	梅山鄉太平村重要據點環境改善工程	一般品質抽驗、(1)鑽心抗壓試驗	陳先生	0932638517	2025-09-02	13:30	賴冠達
☐	177	114RA-01-014	溪口鄉美南社區竹編工藝藝術公園建置工程	一般品質抽驗、(1)鑽心抗壓試驗	黃品喬	0975315266	2025-09-03	09:30	侯瑞瑜
☐	200	114RA-02-083	新港鄉板頭社區生態教育園區工程	一般品質抽驗、(1)鑽心抗壓試驗	黃品喬	0975315266	2025-09-03	11:00	侯瑞瑜

圖 17：工程查驗系統後台更新資料庫畫面



查詢資料庫

查詢條件設定

林俊煌 起始日期：2025/10/01 終止日期：2025/11/22 [查詢DB](#)

查詢結果

查驗人員姓名	項次	工程編號	工程名稱	座標	經緯度座標	抽查日期	抽查時間	查驗項目
林俊煌	115	114-FRAP-03-3-102	彰雅村白葉林野溪整治工程	226194 2627741	120.766458 23.753473	2025-10-13	09:00	一般品質抽驗、(1)鑽心抗壓試驗
林俊煌	253	114-RCFR-20-3-001	美信巷及農投信005社區農路改善工程	236776 2611015,234037 2622982	120.870419 23.602561,120.843451 23.710598	2025-10-13	11:00	一般品質抽驗、(1)鑽心抗壓試驗
林俊煌	255	114-RCFR-26-3-004	地利村四明社區農路改善工程	244550 2632386	120.946517 23.795584	2025-10-13	13:30	一般品質抽驗、(1)鑽心抗壓試驗

圖 18：工程查驗系統後台查詢特定人員查驗指派工程之畫面

2.自動報表服務之開發

「自動報表服務」提供查驗人員於工程現地完成查驗後，自動匯入查驗照片與查驗紀錄，產製查驗報告的服務。本計畫開發的「自動報表服務」是一個附有 VBA 巨集程式與查驗報告表格的 WORD 檔 (*.docm)。查驗技師開啟這個檔後，首先輸入查驗工程的編號(如圖 19 所示)，「自動報表服務」便可自動抓取資料庫中的查驗紀錄，並下載查驗照片，貼附於對應的查驗表格中(如圖 20 所示)，最後另存新檔(如圖 21 所示)，可減省查驗人員文書作業的麻煩。

農業部農村發展及水土保持署工程品質管考表 (1110422 版)

農業部農村發展及水土保持署工程品質管考表()分署轄區

工程編號: [] 工程名稱: [] 計畫名稱: [] 工程地點: [] 預算金額: [] 工程內容: []

執行機關: [] 簽名: [] / / 有 ☐ 分署指定鑽心位置

委辦抽驗單位: [] 簽名: [] / / 有 ☐ 無 ☐ 告知缺失情形

監造單位: [] 簽名: [] / / 有 ☐ 無 ☐ 確認缺失情形及拍照

營造廠商: [] 簽名: [] / / 有 ☐ 無 ☐ 確認缺失情形及拍照

管考日期: 年 月 日

抽驗類別: ☐ 水土保持工程 ☐ 農村再生工程

管考類別	抽驗項目	抽驗結果
	(一)施工进度	

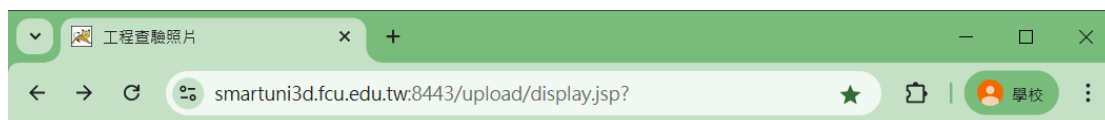
圖 19 「自動報表服務」輸入查驗工程的編號



圖 20 「自動報表服務」匯入查驗資料與照片的結果

圖 21 「自動報表服務」匯入查驗資料後自動存檔

使用「自動報表服務」時，必須將所欲產製的專案查驗資料與照片下載至巨集程式所在的資料夾。本計畫亦已完成可供專管人員與查驗人員批次下載查驗照片與紀錄的網頁，如圖 22 所示。查驗人員於工程現地完成查驗紀錄後，可於辦公室或自家使用電腦瀏覽器下載這些資料，然後執行「自動報表程式」字動快速產製查驗報告。



工程查驗照片

建立日期	專案編號	下載	查驗照片資訊 (*xlsx)	查驗專案資訊 (*xlsx)	管考座標資訊 (*xlsx)
2025-07-04	114-FRAP-02-3-054	下載	匯出	匯出	匯出
2025-07-04	114-FR-06-3-016	下載	匯出	匯出	匯出
2025-07-04	114-ADE-04-3-011	下載	匯出	匯出	匯出
2025-07-02	114-WS-02-3-002	下載	匯出	匯出	匯出
2025-07-02	114-WS-02-3-003	下載	匯出	匯出	匯出
2025-07-01	114-FR-13-3-004	下載	匯出	匯出	匯出
2025-07-01	114-WS-02-3-001	下載	匯出	匯出	匯出
2025-06-25	114-ADE-06-3-017	下載	匯出	匯出	匯出
2025-06-25	114-ADE-04-3-022	下載	匯出	匯出	匯出
2025-06-25	113-ADE-51-3-014-97	下載	匯出	匯出	匯出



114-FRAP-02-3-054

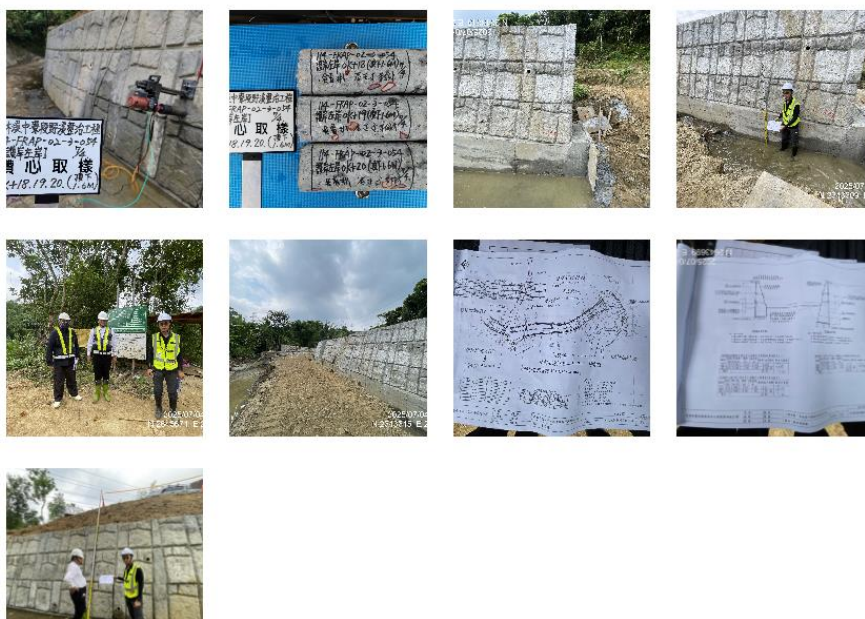


圖 22 供專管人員與查驗人員下載查驗照片與紀錄的網頁

第五章 應用 OpenAI 分析查驗數據與識別潛在問題

第一節 識別查驗報告中潛在的人為錯誤

傳統程式(如關鍵字比對)無法理解圖片內容，也難以判斷語意邏輯。要解決這個問題，必須使用多模態大型語言模型(Multimodal LLM)，例如 GPT-4o、Gemini 1.5 Pro 或 Claude 3.5 Sonnet，這些模型同時具備「視覺識別」與「語意理解」的能力。本計畫以 python 語言開發一套自動化識別查驗報告潛在的人為錯誤，其流程如下：

1. 訓練資料清理與萃取 (Data Extraction)

表 4、表 5 為農村水保署工程品質查驗的類型以及相關查驗照片的項目。查驗人員紀錄並拍攝查驗照片時，查驗 App 會根據查驗人員所指定的查驗項目，將查驗紀錄與照片進行登載。本計畫所使用的訓練資料即是工程查驗系統後台資料庫中「查驗照片資料表」與對應的查驗照片。每筆訓練資料包含四個欄位資料：

- **查驗類型(Category)**：包括照片記錄、一般品質查驗、工程材料試驗等三大類、共計 15 個分類，如表 4 所示。
- **照片類型(Photo Type)**：每個查驗類型下包含若干不同的查驗照片類型，如「照片記錄」包括：所有出席人員、工地全景、設計圖說、結構物尺寸量測等；「一般品質抽驗」則包括：現場臨時防減災及職業安全衛生缺失、整體外觀缺失位置、狀況等。
- **缺失描述 (Description)**：若查驗項目為一般品質抽驗，則另由查驗人員輸入缺失的文字描述。
- **工程編號 (Project ID)**：該查驗紀錄所屬的工程之編號。
- **查驗照片 (Image)**：各項查驗紀錄所對應的照片。

表 6 為「查驗照片資料表」中非缺失類的資料範例。本步驟即是

清理並萃取這樣的訓練資料，以利進行後續的步驟。

表 4：查驗類型

查驗類型編號	查驗類型全名
0	一般品質查驗
1	(一)混凝土鑽心取樣抗壓
2	(二)瀝青混凝土鑽心量測厚度
3	(三)混凝土鑽孔檢驗塊石
4	(四)混凝土鑽心穿透檢驗厚度
5	(五)工地密度試驗(土壤、級配)
6	(六)混凝土磚抗壓試驗
7	(七)鋼筋抗拉抗彎試驗
8	(八)鋼筋、鋼構輻射檢驗
9	(九)鋼構造物焊道超音波或磁粒檢驗
10	(十)再生瀝青混凝土鑽心檢驗黏滯度
11	工程隱蔽部分開挖檢驗
12	(二)瀝青混凝土鑽心檢驗壓實度
15	照片記錄

表 5：查驗類型與查驗照片項目

照片類型編號	查驗類型簡稱	照片類型
0-1	一般品質查驗	現場臨時防減災及職業安全衛生缺失照片-1
0-2		現場臨時防減災及職業安全衛生缺失照片-2
0-3		整體外觀缺失位置、狀況-1
0-4		整體外觀缺失位置、狀況-2
0-5		整體外觀缺失位置、狀況-3
0-6		整體外觀缺失位置、狀況-4
0-7		整體外觀缺失位置、狀況-5
0-8		整體外觀缺失位置、狀況-6
1-1	(一)混凝土鑽心	鑽心取樣位置
1-2		鑽心試體(有簽名)
2-1	(二)瀝青鑽心厚度	鑽心取樣位置
2-2		鑽心試體(有簽名)
3-1	(三)混凝土塊石	鑽心取樣位置
3-2		鑽心試體(有簽名)
4-1	(四)混凝土穿透	鑽心取樣位置

4-2		鑽心試體(有簽名)
5-1	(五)工地密度	取樣位置_1
5-2		取樣位置_2
6-1	(六)混凝土地磚	取樣位置
6-2		試驗照片
7-1	(七)鋼筋抗拉抗彎	取樣位置
7-2		試驗照片
8-1	(八)鋼筋輻射檢驗	檢驗位置
8-2		檢驗照片
9-1	(九)鋼構超音波	檢驗位置
9-2		檢驗照片
10-1	(十)瀝青混凝土黏滯度	鑽心取樣位置
10-2		鑽心試體(有簽名)
11-1	工程隱蔽開挖	開挖位置
11-2		尺寸量測照片
15-1	照片記錄	所有出席人員
15-2		工地全景
15-3		設計圖說(主要工程)-1
15-4		設計圖說(主要工程)-2
15-5		結構物尺寸量測照片-1
15-6		結構物尺寸量測照片-2

表 6：查驗照片資料表(非缺失類)資料範例

查驗類型全名	照片類型	工程編號	照片路徑
照片記錄	所有出席人員	114-ADE-02-3-015	15-1_IMG_9022.jpeg
照片記錄	工地全景	114RA-01-013	15-2_IMG_8980.jpeg
照片記錄	設計圖說(主要工程)-1	114-ADE-30-3-017	15-3_TC_00243.jpeg
照片記錄	結構物尺寸量測照片-1	114RA-01-013	15-5_IMG_8971.jpeg
(一)混凝土鑽心取樣抗壓	鑽心取樣位置	114-ADE-04-3-021	1-1.jpg
(一)混凝土鑽心取樣抗壓	鑽心試體(有簽名)	114-ADE-04-3-021	1-2_2307350.jpg
(二)瀝青混凝土鑽心量測厚度	鑽心取樣位置	114RA-01-013	2-1_IMG_9084.jpeg
(二)瀝青混凝土鑽心量測厚度	鑽心試體(有簽名)	114-RCFR-06-3-009	2-2_IMG_6100.jpeg

2.提示詞工程(Prompt Engineering)

接著，將上述訓練資料透過 OpenAI API 傳送給多模態 AI 模型。

其中，提示詞(Prompt)為此步驟的核心，要求 AI 扮演「資深工程查核員」，並執行以下兩個檢查任務：

- **檢查文不對題：**判斷[缺失描述]是否屬於[缺失類型]的範疇？(例如：如果在「現場臨時防減災及職業安全衛生缺失照片」類型下描述「混凝土裂縫」，即為錯誤)。
- **檢查圖文不符：**觀察[圖片]內容，判斷是否與[缺失描述]相符？(例如：描述寫「蜂窩」，但圖片顯示的是「垃圾堆置」或「鋼筋外露」，即為不符)。

任務執行完成後，識別結果的輸出格式為 JSON，範例如下：

```
{ "邏輯正確性": "通過/失敗",  
  "影像一致性": "通過/失敗",  
  "風險評分": 1-10 (10 為最嚴重錯誤),  
  "建議修正": "若有錯誤，請說明原因並建議修正方向" }
```

圖 23、圖 24 為本計畫使用 OpenAI 辨識工程查驗照片的範例。

自動化識別查驗紀錄與照片是否出現潛在的人為錯誤之成效包括：

- **自動標記：**系統會產出一份 Excel 清單，列出所有「高風險」的紀錄（例如風險評分 > 7）。
- **人工複核：**查驗人員只需針對 AI 標記出的 5% 疑義資料進行人工確認，大幅節省 95% 的校對時間。

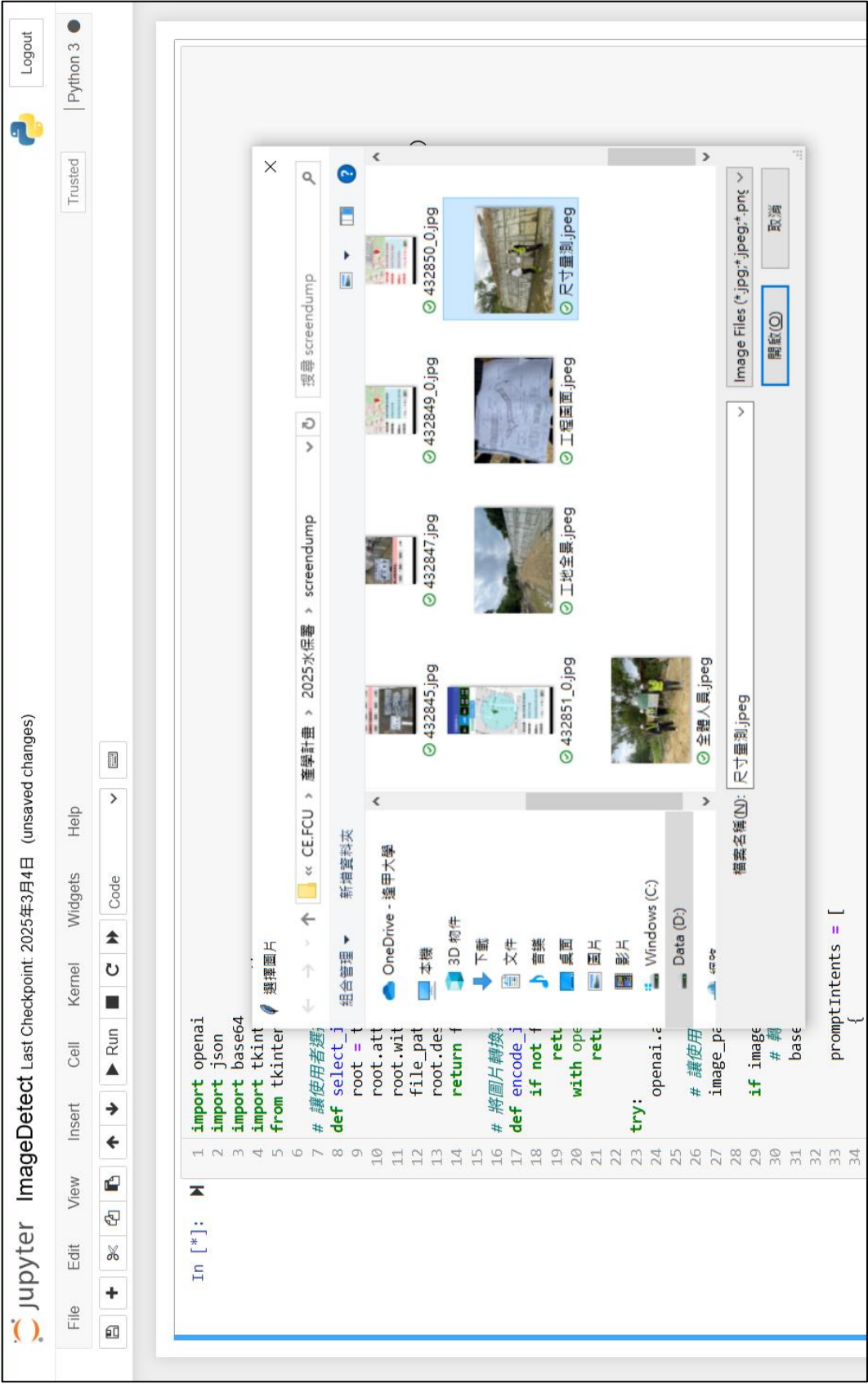


圖 23：測試 OpenAI 辨識工程查驗照片

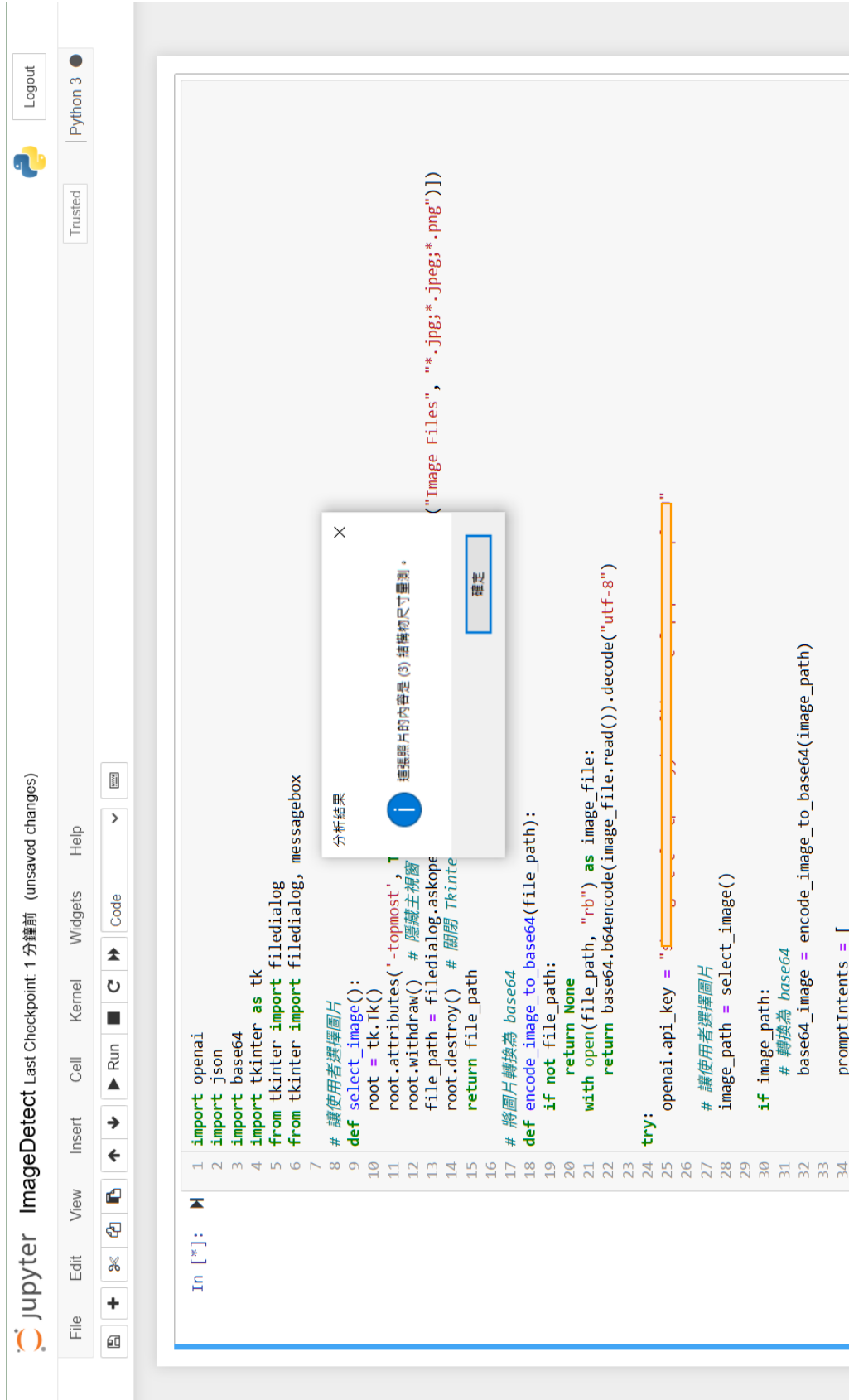


圖 24：OpenAI 辨識工程查驗照片結果

第二節 歷史數據分析與預防措施制定

由於使用工程查驗 App 進行工程品質查驗紀錄，原始紀錄從源頭處即是以結構化的方式進行儲存在資料庫中，主管機關可輕易地對查驗結果進行統計分析與挖掘缺失樣態，進而制定預防缺失發生的措施或政策。若欲達到相同的目的，現行書面的查驗報告則需耗費相當的人力物力。換句話說，善用歷史查驗數據乃是工程品質查驗作業數位化的最大效益。本節說明查驗缺失統計分析與缺失樣態的挖掘。

1. 品質查驗缺失統計分析

根據計畫團隊承接「農村水保署南投分署轄區 114 年度工程品質委託抽驗」計畫所得的查驗資料(如表 7 所示)，本計畫做了如表 8 的初步統計分析，在總案件數 300 個工程中，使用工程查驗 App 進行查驗紀錄的工程共計 122 個，其中有 55 個工程、共計 78 個缺失項目，其中，現場臨時防減災及職業安全衛生缺失計有 28 個，約占 36%；整體外觀缺失計有 50 個，約佔 64%。

表 7：查驗照片資料表(缺失類)資料範例

查驗類型全名	照片類型	照片標題	工程編號	照片路徑
一般品質查驗	現場臨時防減災及職業安全衛生缺失照片-1	B 工區 PC 路面-材料不當堆置	114-FRAP-03-3-122	114-FRAP-03-3-122_0-1.jpeg
一般品質查驗	現場臨時防減災及職業安全衛生缺失照片-1	職業安全衛生告示牌內容未更新	114-ADE-06-3-012	114-ADE-06-3-012_0-1.jpg
一般品質查驗	現場臨時防減災及職業安全衛生缺失照片-1	三角錐警示燈及連桿設置不完整	114-FRAP-02-3-052	114-FRAP-02-3-052_0-1.jpg
一般品質查驗	現場臨時防減災及職業安全衛生缺失照片-1	道路旁三角錐警示燈及連桿未裝設	114-FR-06-3-009	114-FR-06-3-009_0-1.jpeg

表 8：農村水保署南投分署 114 年度工程品質委託抽驗缺失統計表

照片類型	照片類型編號	2025 缺失數量
現場臨時防減災及職業安全衛生缺失照片-1	0-1	20

現場臨時防減災及職業安全衛生缺失照片-2	0-2	8
整體外觀缺失位置、狀況-1	0-3	38
整體外觀缺失位置、狀況-2	0-4	10
整體外觀缺失位置、狀況-3	0-5	1
整體外觀缺失位置、狀況-4	0-6	0
整體外觀缺失位置、狀況-6	0-8	1
總計	-	78

若針對這 55 個有缺失的工程做進一步的分析，比如施工廠商、工程所在鄉鎮，則可得出表 9、表 10 的統計表。

表 9：農村水保署南投分署 114 年度工程品質抽驗缺失廠商統計表

工程編號之筆數	承包廠商
5	德○營造有限公司
4	佳○營造有限公司
4	泰○營造有限公司
3	宏○營造有限公司
2	名○營造有限公司
2	○辰營造有限公司
2	嘉○營造有限公司
2	慶○○有限公司
2	禾○營造有限公司
2	統○營造有限公司

表 10：農村水保署南投分署 114 年度工程品質抽驗缺失鄉鎮統計表

鄉鎮	工程數量
中埔鄉	7
中寮鄉	5
古坑鄉、竹崎鄉	4
名間鄉、草屯鎮、國姓鄉	3
大林鎮、仁愛鄉、水里鄉、竹山鎮、信義鄉、鹿谷鄉	2

2. 文本挖掘與缺失樣態分析

本計畫開發的工程品質查驗 App 除可讓查驗人員依查驗項目拍攝照片外，針對有缺失的項目，亦提供輸入缺失的文字描述欄位。表 11 為農村水保署南投分署 114 年度工程品質抽驗缺失樣態範例，在使用工程查驗 App 進行紀錄的 122 件工程中，有 55 件共計 78 項缺失照片，其中有缺失文字描述的計有 65 件。本計畫利用 OpenAI 分析這 65 件查驗缺失文字描述欄位中的關鍵字，初步將缺失歸納為「混凝土品質不良」、「工地環境與 5S 管理」、「安全設施不足」等三大常見痛點，並提供對應的改進措施，如表 12 所示。

表 11：農村水保署南投分署 114 年度工程品質抽驗缺失樣態範例

查驗類型	照片類型	缺失描述	工程編號
一般品質查驗	現場臨時防減災 及職業安全衛生 缺失	B 工區 PC 路面-材料不當堆置	114-FRAP-03-3-103
		職業安全衛生告示牌內容未更新	114-ADE-04-3-010
		職業安全衛生告示牌內容未更新	114-ADE-06-3-019
		三角錐警示燈及連桿設置不完整	113RA-02-047-97
		道路旁三角錐警示燈及連桿未裝設	113RA-02-048
	整體外觀缺失位 置、狀況	水溝模板未拆除	114-ADE-30-3-017
		洩槽底部放樣水線未移除	114-ADE-30-3-018
		0K+100m 處有雜草未清除	114-FR-06-3-005
		路面堆滿落葉未清除	114-FR-20-3-001
		B0K+350m 處，AC 路面局部粗糙	114-FR-06-3-001
		水溝模板未拆除	114-ADE-30-3-017

表 12：工程品質抽驗常見缺失樣態與改進措施建議

常見缺失類型 (Cluster)	關鍵字特徵 (Keywords)	具體案例描述 (Description)	給業主的改進措施建議 (Action Items)
A. 混凝土品質不良	蜂窩、裂縫、缺角、水泥屑	- 0K+050 截水溝側壁混凝土蜂窩 - 0K+495 PC 路面乾縮裂縫 - 紐澤西護欄混凝土缺角	加強施工查核點： 1. 要求廠商檢討混凝土澆置的「搗實」程序。 2. 檢查模板拆除時間是否過早導致缺角。 3. 強制要求伸縮縫切割後的清潔，避免填塞水泥屑。
B. 工地環境與5S管理	垃圾、雜物、堆置、淤積	- 水溝底部雜物未清除 - 填方表面垃圾及樹枝 - 材料未堆置妥適	落實罰則與巡檢： 1. 將「完工清潔」列為計價保留款項目。 2. 針對材料亂堆置(特別是佔用道路或排水溝)提高立即改善的時效要求。
C. 安全設施不足	護欄、防護、警告標示	- 挖土機未配置警示燈與蜂鳴器 - 職業安全衛生告示牌未固定妥適 - 三角錐及連桿未設置完整	職安零容忍： 1. 雖然外觀缺失多，但職安缺失風險最高。建議導入「施工前安全檢查表(Toolbox Talk)」機制。 2. 針對高處作業防護進行專項稽核。

第六章 結論及建議

第一節 結論

本計畫以「結合 OpenAI 生成式人工智慧與空間資訊技術，建置工程品質查驗智慧化服務」為核心目標，自前期需求訪談、作業流程盤點，到系統雛形開發與實地試用，迄期末已完成自「現場查驗」至「資料分析與決策支援」的一整體資訊化架構。綜合前述各章之研究與實作成果，歸納結論如下：

1.完成行動數位化工程查驗作業流程與系統建置，驗證整體可行性與實用性

透過對現行公共工程品質查驗之紙本流程、表單設計與權責分工的系統性分析，本計畫重新設計並具體實作「行動數位化工程查驗作業流程」，涵蓋專案建檔、現場查核、缺失紀錄、照片拍攝與上傳、GPS 座標檢核、回報與提醒等環節。

在系統實作面，已完成網頁版查驗系統、行動裝置 APP 與後台數據管理平台三大主體。實際操作結果顯示，系統能有效降低重複填寫與人工彙整的負擔，並大幅提升查驗資料之即時性與完整度，具備實務導入之可行性與延展性。

2.行動版工程查驗 APP 有效支援現場查核與離線作業需求

第四章所開發之前端行動裝置 APP，針對查驗人員在工地現場的真實情境進行設計，整合工程列表、查驗項目選取、缺失文字紀錄、照片即時拍攝／選取與上傳、GPS 座標取得與誤差判讀等功能。

在網路品質不佳或完全離線的情況下，系統可先行暫存查驗資料，

待訊號恢復後自動同步至伺服器，減少因現場環境限制而造成的紀錄遺漏或補登作業。實地測試結果顯示，APP 能顯著改善查驗作業的便利性與一致性，同時降低查驗人員對紙本紀錄的倚賴。

3.後台數據管理系統強化資料治理、查詢統計與報表產製效率

本計畫在後端建置了專案與查驗資料之管理介面，提供工程案件、查驗批次、查驗項目與缺失紀錄之瀏覽、篩選與查詢功能，並串接 VBA 與 WORD 報表自動產製模組，可於短時間產出格式一致、內容完整之查驗報告。

後台系統亦整合 GPS 座標及地圖服務，能將查驗位置與缺失點位呈現於地圖上，作為查驗軌跡追蹤與品質熱區分析之基礎。整體而言，後台數據管理系統有效提升資料可追溯性與橫向比對能力，為後續之統計分析與決策支援鋪路。

4.OpenAI 技術初步辨識查驗報告中潛在的人為錯誤，展現圖文一致性檢核之可行性

第五章所建構之「識別查驗報告中潛在人為錯誤」原型，結合 OpenAI Chat Completion 與 Vision API，將查驗報告中的缺失文字描述、缺失類別與對應照片一併輸入模型，讓 AI 自動產生照片語意摘要並進行語意比對。

實驗結果顯示，系統能夠偵測出部分「文不對題」或「圖文不符」之紀錄，例如：照片內容實為工地環境雜亂，但文字描述卻為混凝土蜂窩缺失，或缺失類別與照片顯示之構造物不符。此一成果證實，生成式 AI 可用於查驗報告的第二道審查機制，協助提前發現錄入錯誤，降低報表品質風險。

5.運用歷史查驗數據與 AI 分析，已能萃取常見缺失類型並輔助預防措施制定

本計畫蒐集並整理歷史查驗照片與缺失紀錄，結合統計分析、文字分群與 OpenAI 語意理解能力，初步歸納出多項「常見缺失類型」與其發生情境，並從時間與工程類別角度分析其出現頻率與趨勢。

藉由這些分析結果，已可提出若干具體的預防措施方向，例如針對高頻缺失加強設計審查與施工前教育訓練，在查驗表中增列關鍵檢核項目，或於契約中強化特定施工工法與品質要求條文。此一作法顯示，查驗系統不僅能服務於「事後記錄與追蹤」，亦可逐步邁向「事前預警與風險管理」之應用層次。

6.AI 與 GIS 之整合有助推動公共工程品質查驗之標準化與智慧化

綜合系統實作與案例驗證，本計畫證明將 OpenAI 生成式 AI 技術與 GIS 空間資訊結合於工程品質查驗領域，確實能提升資料蒐集效率、降低人工作業錯誤、強化查驗軌跡與缺失空間分布的可視化，並進一步協助業主自歷史資料中萃取可行的管理知識。

本研究已奠定一套從前端行動查驗、後端資料治理，到 AI 輔助分析與政策研擬的整體架構，為未來公共工程品質查驗之智慧化、標準化與制度化提供重要雛形。

第二節 建議

為使本計畫成果得以持續深化並擴大應用，進一步落實於實務查驗作業與政策推動層面，提出以下建議供相關單位參考：

1.持續優化行動查驗與後台管理功能，強化跨系統整合能力

建議後續持續蒐集查驗人員實務操作回饋，優化 APP 與網頁版介面流程，例如：支援多工同時查驗、批次上傳照片、常用缺失語句快速選填等，以進一步降低操作門檻。同時可規劃與既有工程管理系统、材料試驗資料庫及 BIM／施工圖管理平台之 API 串接，使工程資訊不須重複建置，達到單一建檔、多處應用之效益。

2.建立工程查驗影像與語料資料庫，推動 AI 模型在地化微調

為提升 AI 對在地工程語彙與缺失圖像的辨識準確度，建議持續蒐集並標註多元工程照片與缺失描述，建立專門的工程查驗影像資料庫與文字語料庫。未來可考慮進行 OpenAI 模型或其他開源多模態模型之 Fine-tuning，建立更貼近台灣公共工程實務的專用模型，以強化圖文一致性檢核、缺失自動分類與嚴重度評估等功能。

3.導入歷史數據分析與品質預測模型，從事後查核邁向事前預防

建議將本計畫建置之後台數據管理平台作為長期累積工程查驗資料的核心系統，持續納入歷年查驗紀錄及跨標案資料。未來可結合機器學習與風險評估方法，建立缺失發生機率與影響程度之預測模型，提供業主在設計階段、招標階段與施工監督階段之決策參考，逐步從「發生後修正」轉向「施工前預防」的品質管理思維。

4.將系統功能納入正式作業規範與教育訓練體系

建議主管機關與業主單位在評估導入本系統時，同步檢視現行查驗作業規範與表單設計，將行動查驗與 AI 輔助審查功能納入正式流程與作業手冊，明定資料填報與查驗照片拍攝的基本要求。並可規劃分級教育訓練課程，讓查驗人員、監造單位與業主窗口均能熟悉系統操作與資料解讀方式，提升整體運作效能。

5.重視資訊安全與個資保護，建立適當的權限與稽核機制

由於行動查驗與雲端 AI 分析涉及工程照片、位置資訊及可能包含人員影像之資料，建議未來在系統擴大使用前，完備帳號權限管理、加密傳輸與存取紀錄等資訊安全機制，並依個人資料保護相關法規，訂定資料匿名化或遮蔽規則，確保資料應用兼顧透明度與隱私權。

6.推動跨機關資料標準整合，作為政策研擬與治理儀表板基礎

建議主管機關以本計畫成果為示範，研議訂定跨機關共通之工程查驗資料標準(包括欄位格式、缺失分類編碼、座標系統等)，以利不同承辦單位、縣市政府與中央機關之間共享與比較。未來可在此基礎上建置「公共工程品質治理儀表板」，即時掌握各類工程之查驗成果與品質風險，進一步作為政策修訂、資源配置與獎懲機制之依據。

綜上所述，本計畫已完成工程品質查驗智慧化之初步系統與技術驗證，證實結合 OpenAI 與空間資訊技術有助於提升查驗效率、資料品質與決策效能。若能依上述建議持續深化系統功能、擴充資料規模並結合制度與政策面之推動，將有機會建立一套兼具實務可行性與前瞻性的公共工程品質查驗整合平台，進一步提升政府工程之透明度、效率與整體品質。

參考文獻

1. 「公共工程推行品質管理政策現況之探討」，
<https://www.pcc.gov.tw/Download.ashx?u=LzAwMS9VcGxvYWQvb2xkL2hvbWUvcGNjYXAvdXBsb2FkL2ZpbGVzL291dGVyL0QyMDA4MDAwMDAyL%2BWWruWFg%2BS6jF9DaDRf5bel56iL6YCy5paZ5qqi6amX6liH566h5Yi2X%2BWumueov%2BeJiC5vZHQ%3D&n=5Zau5YWD5LqMX0NoNF%2FIt6XnqIvpgLLmlpmmqLpqZfoiIfnrqHliLZf5a6a56i%2F54mILm9kdA%3D%3D&icon=.odt>
(瀏覽日期：2024-11-23)
2. 李伯青，2016，「應用 BIM 技術輔助施工品質查驗作業」，國立臺灣大學土木工程學系，碩士論文。
3. 王何康，2020，「區塊鏈技術應用於營建工程品質查驗之研究」，國立臺灣大學土木工程學系，碩士論文。
4. Laudon, K. C., & Laudon, J. P. (2020). Management Information Systems: Managing the Digital Firm (16th Ed.). Pearson Education. ISBN: 9780135191798.
5. 陳威翰，2020，「運用自然語言處理技術輔助工程專案合約利害關係人平台之研究」，國立中央大學土木工程學系營建管理研究所，碩士論文。
6. <https://platform.openai.com/docs/guides/text-generation> (瀏覽日期：2024-11-23)

7. <https://learn.microsoft.com/zh-tw/azure/ai-studio/quickstarts/hear-speak-playground> (瀏覽日期：2024-1123)
8. Lin, W.Y.; Huang, Y.-H. Filtering of Irrelevant Clashes Detected by BIM Software Using a Hybrid Method of Rule-Based Reasoning and Supervised Machine Learning. Appl. Sci. 2019, 9, 5324. <https://doi.org/10.3390/app9245324>.

附錄

附錄一、期末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	建議在查驗規劃階段即可導入OpenAI工具，智慧化規劃行程、路線等，並就後續追蹤改進項目亦可運用AI工具提供未來查驗項目建議及安排現場工作等。	本計畫除運用AI工具發現數據的潛在問題外，亦會研究及評估其他工程查驗前、中、後可導入AI工具的作業流程；若於計畫期限內得出不錯的辨識結果，則納入本期計畫成果，反之作為後續計畫執行的參考。
二	本計畫現地勘查工作，除自動標註時間、地點與對應查驗項目，是否得由工程圖說與現地拍攝工程照片，初步判斷查驗項目不符合圖說或自動判釋工程進度之功能，另建議除自動標示地點、套疊地圖外，亦可套疊平面圖俾利勘查人員判斷，如可進一步顯示拍攝角度範圍更佳。	套疊工程平面圖於地圖上應可提供查驗人員更多資訊以拍攝關鍵的施工照片，本計畫會研究套疊工程平面圖(CAD)到Google地圖上的技術可行性，作為後期計畫建置的參考。
三	現場查驗照片得否由本計畫AI工具自動判釋，直接說明這張照片為何？例如工地環境、出席人員、哪一個查驗項目等，並將照片自動匯入紀錄內。	本計畫會納入辨識率較高的照片類別，如：(1) 工地全景 (2) 所有出席人員 (3) 結構物尺寸量測 (4) 設計圖說；至於辨識何種查驗項目需較多的案例相片進行訓練，預計

項次	審查意見	回覆辦理情形
		累積足夠的案例後，再評估納入本期或後續計畫執行。
四	本計畫執行重點除了擬將既有人工查核及紙面文件透過行動裝置及電子文件化之外，建議善用 OpenAI 發掘潛在工程品質缺失樣態。	辨識潛在工程品質缺失樣態同樣需較多的案例相片進行訓練，預計累積足夠的案例後，再評估納入本期或後續計畫執行。
五	人工智慧與機器學習除了識別檢測數據潛在問題之外，建議也能兼顧查驗照片反映之工程品質缺失樣態學習及後續應用準則之建立。	辨識潛在工程品質缺失樣態同樣需較多的案例相片進行訓練，預計累積足夠的案例後，再評估納入本期或後續計畫執行。(同前一題)
六	在自動解析查驗報告的文字數據過程中，有否可能系統誤判？如何降低或防止？	使用 AI 工具均存在一定的誤判機會，技術上可利用 AI 工具進行多重查驗，以降低誤判率。然而，在本計畫中，AI 工具所扮演的角色是補足人為疏失，而非取代查驗人員的工作。換句話說，查驗人員仍要對資訊的正確性擔負主要責任。
七	本案研究自規劃、查驗、分析、追蹤及優化進行系統性規劃，有助工程品質查驗管理效益提升，建議針對各階段期程時間點，也能評估增加管控功能，有助後續期程之掌握。	本計畫會評估並初步設計一套針對各階段成果進行時程管控的方案，以提供管考人員更多決策的資訊。