



BIM 自動化 及 PMIS-BIM 模組 於 土地開發工程 細部設計之應用

楊憲彥／中興工程顧問股份有限公司園區及路航工程部 計畫副理

蔡雪華／中興工程顧問股份有限公司南部工程中心 工程師

吳建誠*／中興工程顧問股份有限公司南部工程中心 工程師

朱家勁／中興工程顧問股份有限公司園區及路航工程部 工程師

許睿叡／中興工程顧問股份有限公司研發及資訊部 工程師

楊宗融／中興工程顧問股份有限公司研發及資訊部 工程師

隨著科技發展的日新月異及營建環境的快速變化，且在政府全面推動數位轉型的情況下，營建產業的數位轉型已成為不可逆的趨勢，在臺灣，建築資訊模型（BIM）已引進至少十餘年，目前已達一定之普及率，且在建築與橋梁等各方面應用已非常普遍，但在土地開發工程上之大規模應用仍較為少見，受限於大範圍的情形下需建置大量的模型，相當考驗橫向整合、BIM 技術、研發、專業及設備之能力，因 Autodesk Revit 仍為目前業界普遍使用之 BIM 模型建置軟體，為配合公共工程介面之整合性，遂投入人力進行 REVIT 自動化 API 開發，本公司大部份採各專業設計部門自行設計及建置 BIM，再透過自行開發之 PMIS-BIM 模組進行線上整合與碰撞議題列管，來解決碰撞相關議題，提升設計品質，本公司投入大量工程師自行管理及建置 BIM，以及採用數位化管理至今，已有數年並應用於多案之經驗，並取得多項 112 年第三屆數位轉型鼎革獎，本公司面對現今全球數位化的浪潮，將一如既往持續迎向各種變化所帶來的挑戰。

關鍵詞：建築資訊模型（BIM）、計畫管理資訊系統（PMIS）、管線自動化、Revit、Civil 3D、土地開發、數位轉型、專利

背景及緣由

土地開發工程與 BIM

台灣的經濟與工業發展息息相關，而工業區開發無疑是促進工業發展的推手。在 1970 年中興工程顧問社成立時即設置「社區發展部」以配合工業局工業區開發業務的推動，提供相關的技術顧問服務工作。四十年來（1970～2009），中興集團參與的工業區及一般

土地開發的規劃設計案，總計 120 案，101 處，廣達 53,862 公頃^[1]，在產業堪稱國內工程技術領域中參與「土地開發」工作成果最卓著的顧問機構。

此外，BIM 在臺灣的發展也有相當長的一段時間，應用也越來越廣泛，目前普遍業界都有一定程度之接受度，公共工程也從推廣逐步轉變至契約要求，早期大多都是以建築物、車站、橋梁等的應用較為常見，下圖 1 為本公司國道 4 號豐勢交流道匝道細部設計階段所建置 BIM 模型。

* 通訊作者，ccw6908@mail.sinotech.com.tw

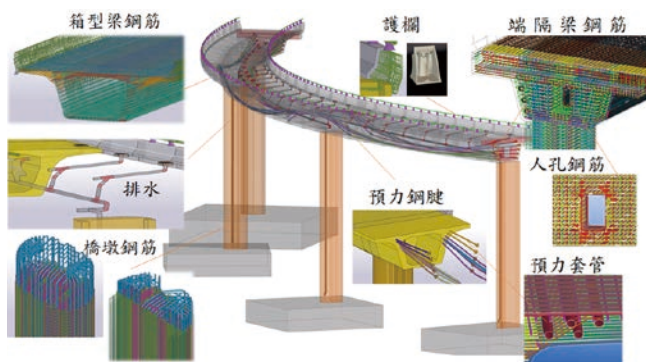


圖 1 豐勢交流道匝道高架橋細設 BIM 模型 [2]

本公司除了在上述的工程外，早期各專業部門亦有將 BIM 運用於各專業類的管線工程上，但基於一般土地開發工程的發展，其主要目標為道路、排水、污水、自來水、電力電信管道等各種專業管線的設計與整合，本公司因應趨勢，將 BIM 應用於土地開發工程相關建模工作進行全面自動化之開發。

應用需求確認

因應土地開發大範圍的細部設計工作需求，本公司目前作業方式為各專業工程師完成各自專業設計及 BIM 模型建置為基礎，再進行模型整合。

土地開發工程建置 BIM 重點為：道路系統及道路平面交叉路口（含標線、中央分隔島等）、排水系統（含排水溝、明渠、集水井及箱涵等）、滯洪池、灌溉渠道、生活污水、事業廢水、再生水、自來水（含消防栓）、共同管道（供給管道）、橋梁、號誌（含管線）、標誌牌及路燈等，建置內容歸納整理如圖 2 所示。

土木設施類	管線工程	其他結構物
道路工程	生活污水	號誌(含管線)
橋樑工程	事業廢水	路燈
排水系統	再生水	
灌溉系統	自來水(含消防栓)	
滯洪設施	共同管道(供給管道)	

圖 2 建置需求彙整

細部設計與 BIM 自動化

在目前臺灣的工程環境下，於細部設計產出階段性成果時，就需以最快的方法來建置模型，此為主要課題。

本公司長期以來，持續投入自動化研究與開發，如污水、事業廢水及排水等自動化整合設計與 BIM 建模等，因近年來，多有 BIM 全面整合之需求，故本公司一併開發 BIM 自動化相關之 REVIT API，在階段性版本細設成果確認後，產生全區模型並盡速檢討碰撞。

土地開發的工程細部設計，一般來說路工為最先行之設計單位，由路工先進行設計後，再將設計資料提供給其他各部門進行管線細部設計（如圖 3），設計成果釋出後，再到 REVIT 中使用本公司所開發相關 API，讀取設計資料，再對應中興 PMIS-BIM 模組之元件庫進行下載至 REVIT 中，再進行模型自動建置（如圖 4），一切建置皆採用設計之資料進行，避免與設計成果有差異。

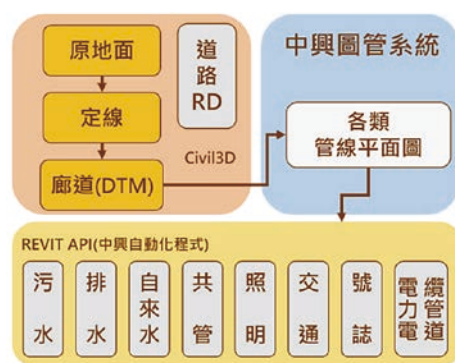


圖 3 自動化架構

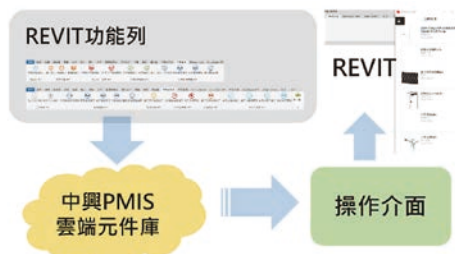


圖 4 自動化建置流程圖

道路工程

常用的道路工程設計軟體有 Civil 3D 及 OpenRoads 等，目前多採用 Civil 3D 進行定線設計，Civil 3D 除了本身定線等路工設計功能，其軟體本身亦有建置廊道組合的功能，依照設計圖進行廊道組合建置，並沿著定線產生廊道模型，且其本身具有擠出模型量體的功能，故最後建置完成後，擠出模型後即可完成道路模型，模型皆符合路面設計坡度等，在 Civil 3D 中，廊道的交叉路口建置調整最為耗時，本公司開發 Civil 3D 之 API，可進行路口廊道快速建置，有效提高工作效率，如圖 5 所示，因 3D 模型從設計軟體產生，基本上都與設計資料相同。

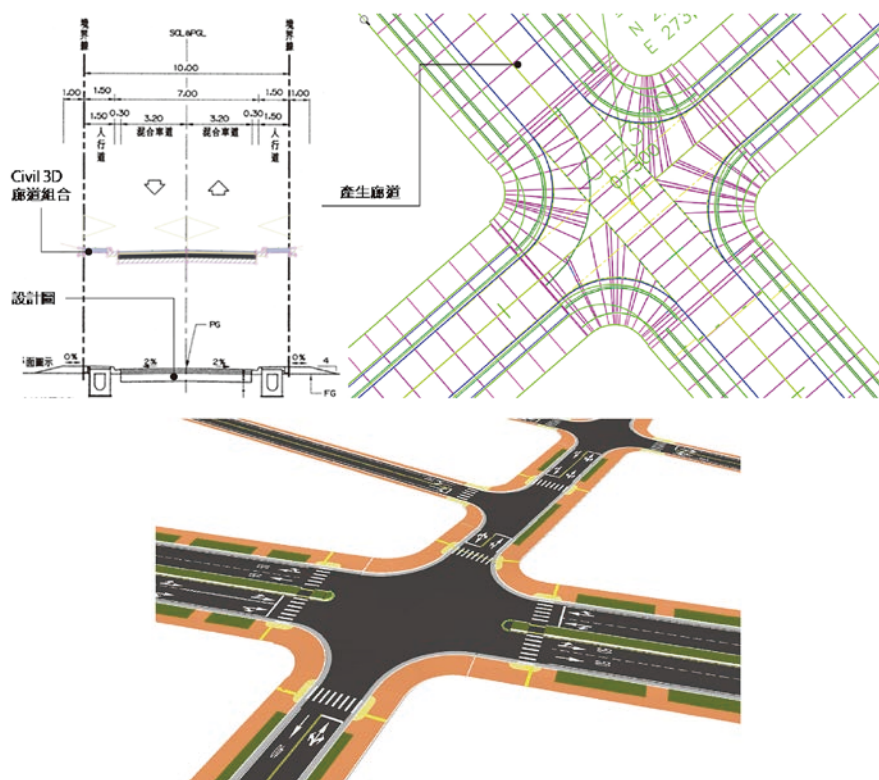


圖 5 道路工程模型成果

排水工程 [SinoDrain]

本公司長期參與工業、科學園區之規劃設計及區域排水系統、雨水下水道規劃設計作業，具豐富的實務經驗及相當程度的資訊化技術與能力。唯當前常見可用於排水設計之商用工程設計軟體所提供之功能與實際作業需求存在一定落差，本公司根據排水設計流程，針對各階段設計需求，基於 Civil 3D 平台開發出一套介面清楚易用之自動化排水輔助設計系統，符合排水工程設計邏輯，針對設計輔助（導入水理計算程式）^[3]、資訊管理與報表輸出三大面向，提供客製模組協助排水設計，最後將設計成果匯出，由 REVIT API 匯入直接產生 BIM 模型如圖 6 所示；特殊水工構造物模型則依照設計資料高程、漸變箱涵與側溝、跌水等進行建置模型，以期達成作業標準化、自動化目標。

污、廢水及自來水工程 [SinoSewer]

SinoSewer 為本公司具歷史的自動化程式，有鑒於污水管線分析日益重要，本公司於民國 78 年就發展符合本土化需求之污水管線規劃設計程式（SEWER 程式）^[4]，自此污水管線規劃設計工作的效率及正確性大為提升，後經數次升級發展成 SinoSewer，至近幾

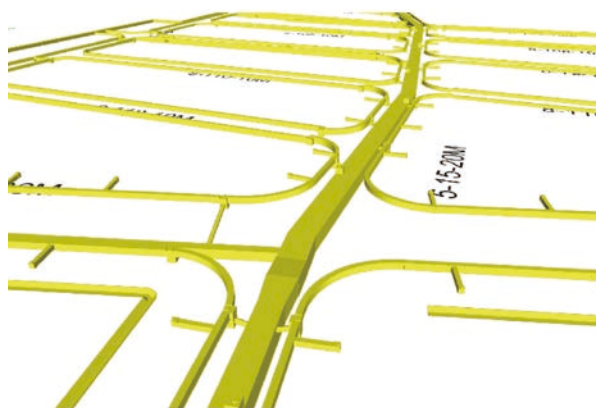


圖 6 排水工程 REVIT 成果

年 BIM 應用發展蓬勃，故進行功能提升，使其可整合匯出至 REVIT 建置模型，再另行增加自來水管線自動化，使水環類 BIM 管線自動化建置能更為完整，成果如圖 7 所示。

共同管道工程

電力管線類管道具量體大、功能人孔多及與其它管線衝突多等特性，工程實務上需最多調整之管線類別，是最需要進行建置的模型之一，本公司以三維元件生成系統概念，應用於 REVIT API 來進行建置如圖 8 所示。

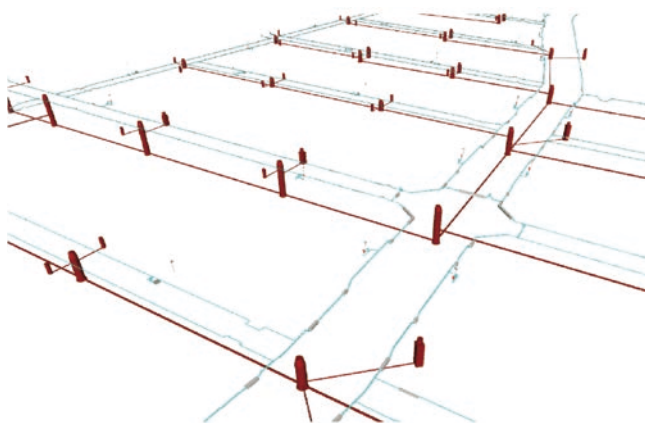


圖 7 污、廢及自來水工程 REVIT 成果

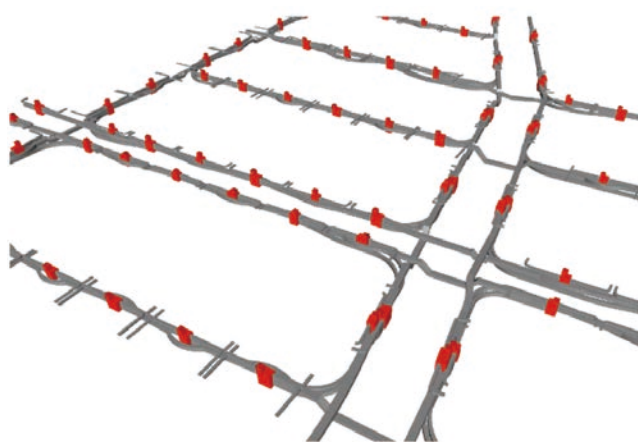


圖 8 共同管道工程 REVIT 成果

號誌、照明工程

各類號誌、人手孔、過路段號誌管線、微電腦開關箱、號誌開關箱、路燈、共桿路燈、路燈開關箱、交通指示牌等，目前一併開發 REVIT API 來進行自動化建置及調整功能，先進行大量自動化建置，再使用調整功能，再來進行更細部之調整，成果如圖 9 所示。

其他（橋梁、景觀及電力電纜管道）

有鑒於本公司過往經驗，橋梁與景觀獨特性高，多為個案客製化，除較長線型之道路高架工程或軌道

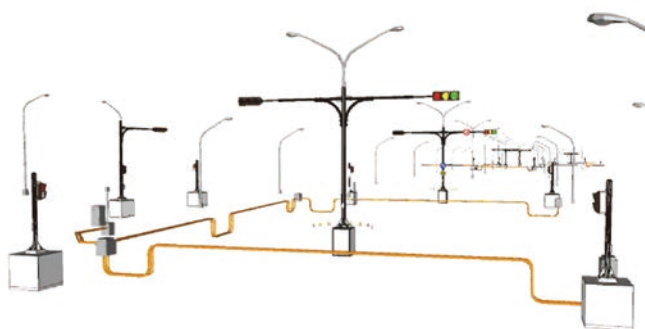


圖 9 交通、號誌、照明工程 REVIT 成果

系統高架有較高之重覆性，具有自動化之需求，以土地開發方面，仍由各專業工程師自行建置，成果如圖 10 所示。

本公司亦開發相關地下電力電纜類的 REVIT API 建置功能，成果如圖 11 所示。

綜合上述相關自動化建置完成後，即進行碰撞整合，檢討及如何閃避碰撞等議題，相關建置功能多有附帶開發相關功能列可協助快速調整，整合成果細節如圖 12 所示。

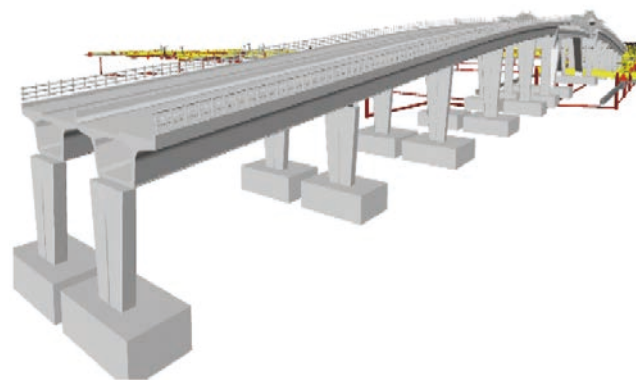
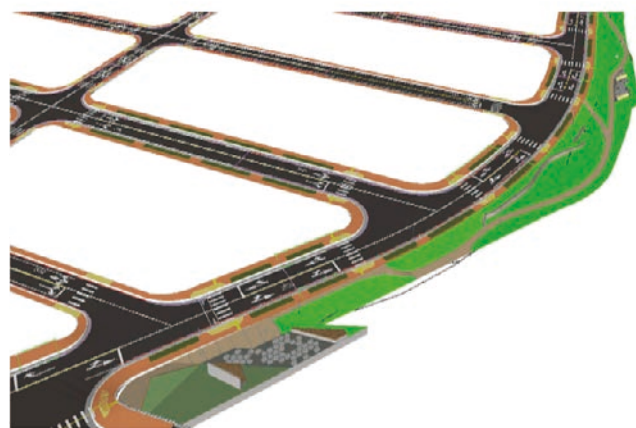


圖 10 景觀及橋梁工程模型成果

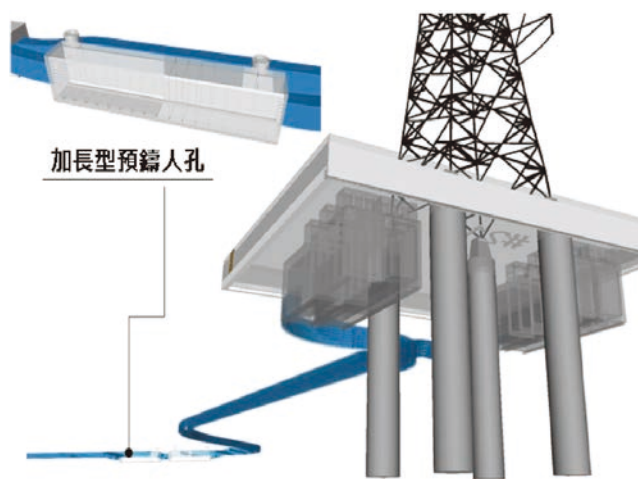


圖 11 電力電纜管道工程 REVIT 成果

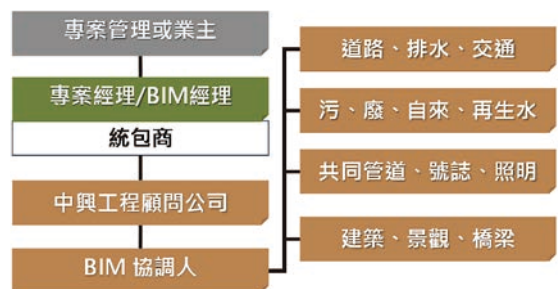


圖 15 本公司常見土地開發組織架構圖

討出「高優先碰撞」，高優先度的碰撞檢討，就考驗 BIM 經理（BIM Manager）及 BIM 協調人（BIM Coordinator）能力，BIM 協調人本身除了技術與工程專業及經驗外，另應兼具多方溝通協調的能力。

一般計畫團隊由設計計畫經理主導設計整合協調，BIM 協調人協助 BIM 經理進行 BIM 整合，彙集各單位 BIM 模型後，透過各種軟體協助 BIM 協調人判讀哪些議題需優先進行討論，並將相關議題彙整至 PMIS-BIM 議題模組上。

本公司 PMIS-BIM 議題模組，可提供日期、議題種類、地點、專業分類、內容說明、處理進度，模型視角截圖、連結模型視點及可自行上傳附件（如設計圖）等，希冀能讓各專業負責人，在最快速度的下理解該問題，避免浪費各專業人員的時間，直接切入重點，且議題建置後可設定通知信來通知各專業相關人員，各專業人員可依各自進度來安排時間解決碰撞問題，不再如傳統般召集所有人來進行討論，並可自行過濾專業類別，讓各專業設計人員僅需專注在本身的議題上，如圖 16 所示。

本公司土地開發案 BIM 模型已核定案例，其碰撞議題的累積與解決如圖 17 所示，從設計開始，逐漸出現碰撞議題，但隨著設計期程進行，逐步探討碰撞議題並修正後解除列管，至細部設計核定後，BIM 碰撞議題也逐步收斂，從先前案例的經驗，該案在本公司同仁的努力下，議題排除的情況呈現收斂，從趨勢來看，可有效管控碰撞議題。

專利取得

「排水物件的關聯系統」新型專利於 112 年 12 月



圖 16 PMIS-BIM 議題模組應用實例

取得專利證書^[7]，本項係在建立明確且符合實務需求的排水物件關聯關係及機制，包含排水物件間的上下游關係及與路工設計（定線、地形）的關聯關係等。

「三維元件生成系統」新型專利於 112 年 8 月^[8]及發明專利於 113 年 5 月取得專利證書^[9]，內容為改善設計計畫將 2D 設計成果轉換成 3D 模型的流程，為利

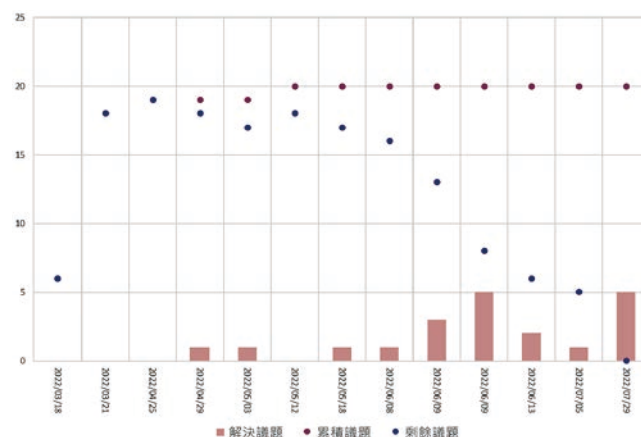


圖 17 實際案例之設計階段碰撞議題趨勢圖



圖 18 專利證書

用 BIM 協同作業平台之元件共享模組及半自動化建模 API 的技術，配合設計資訊和地形資料，完成將 2D 設計成果轉換成 3D 模型的作業。

「三維元件碰撞調整系統」新型專利於 112 年 7 月取得專利證書^[10]及發明專利於 113 年 3 月取得專利證書^[11]如圖 18，內容為改善設計計畫針對多系統 3D 模型執行碰撞調整的流程，且已實際應用於計畫中。為利用自動化碰撞點偵測及調整 API，以及半自動化碰撞調整 API 的技術，配合碰撞調整的資訊紀錄和人工複查，完成多系統 3D 模型碰撞調整的作業。

以上成果皆已應用於實際案例，證明系統的可應用性，並能有效提升設計工作效率及精準性。

結語

在土地開發工程自動化的作業中，以道路工程較難全面自動化，主要受限於設計需因現況持續變動，而道路工程設計軟體在彈性上也有所限制，故仍需耗費一些工作時間；另以管線自動化的成果而言，在不同的標案時，常會因為不同的主辦機關或設計人員而需產出略有不同的成果，因此程式仍保留部份彈性給工程師使用。

在 BIM 開發上，雖本公司投入大量資源與人力，進行 BIM 輔助程式及網路開發等，但無法否認，從中興集團創立至今已超過 50 年歷史，在世代的差異下，導入數位化作業，並非易事，這是所有傳統產業所面臨到的課題，以 BIM 人員的角色，就短期目標，應扮演輔助的角色，提升品質，中長期目標應為持續推

動，逐步增加人員熟練度，長遠目標為全 BIM 設計。

數位轉型與全 BIM 設計並非一蹴可及，但近年已見不同年齡層的員工對這類工作接受度已大幅提升，BIM 與專業設計的合作本是密不可分，未來希望能讓更多人來參與 BIM 工作，以期將來能讓專業設計與 BIM 的工作合而為一。

參考文獻

1. 陳廷雄，工業區規劃設計之回顧與展望，中興工程第 107 期，第 99-116 頁，99 年 4 月。
2. 羅財怡、陳冠華、蔡雪華，BIM 建築資訊模型應用於國道工程設計階段之輔助應用，TCI 2021 Concrete Conference，110 年
3. 黃滯瑩、鄭文明、林季萱、朱家勤、卓涼華、楊健邦，新型專利：排水物件的關聯系統（證號：M649422），112 年 12 月。
4. 林鴻祺、陳吉宏、江東法、劉恒昌，環境工程技術之回顧與展望，中興工程第 107 期，第 117-141 頁，99 年 4 月。
5. 郭瑋明、陳廣揮、黃志民（2019），功能整合導向之計畫管理資訊系統（PMIS）建置，2019 電子計算機於土木水利工程應用研討會，台北，108 年。
6. 黃琬淇、郭瑋明、許睿叡、陳廣揮、吳中期、黃志民，整合 BIM 模組之 PMIS 計畫管理平台，中興工程第 147 期，第 149-156 頁，109 年 4 月。
7. 黃滯瑩、林季萱、朱家勤、鄭文明，自動化排水輔助設計系統-SinoDrain 設計與應用，水利會訊第 26 期，第 45-52 頁，112 年 6 月。
8. 蔡雪華、楊宗融、吳建誠、許貴棠、黃模立，新型專利：三維元件生成系統（證號：M645305），112 年 7 月。
9. 蔡雪華、楊宗融、吳建誠、許貴棠、黃模立，發明專利：三維元件生成系統及其方法（證號：I841346），113 年 5 月。
10. 蔡雪華、楊宗融、吳建誠、許貴棠、黃模立，新型專利：三維元件碰撞調整系統（證號：M643874），112 年 7 月。
11. 蔡雪華、楊宗融、吳建誠、許貴棠、黃模立，發明專利：三維元件碰撞調整系統及其方法（證號：I836967），113 年 3 月。