

內政部營建署

市區道路 BIM 應用探討案

成果報告書

臺灣科技大學資訊工程學系

中 華 民 國 110 年 11 月 26 日

目錄

1.	計畫背景與目標	10
1.1.	計畫背景	10
1.2.	計畫目的	10
1.3.	章節簡述	12
2.	工作內容與成果	13
2.1.	論述市區道路 BIM 應用之必要性	13
2.1.1.	相關研究	13
2.1.2.	效益與價值	28
2.1.3.	相關研究中 BIM 能帶給市區道路建設的優勢.....	30
2.2.	國內外現行推動 BIM 應用於市區道路遭遇問題及改善對策研究 32	
2.2.1.	BIM 案例研究.....	33
2.2.2.	比對近期實例與正確 BIM 施作優缺點.....	48
2.2.3.	遭遇問題及改善對策	52
2.2.4.	協辦 BIM 推動策略成果.....	54
2.3.	配合營建署指定之生活圈或人本道路或提升道路品質計畫路段 辦理 BIM 試辦案例.....	71
2.3.1.	案例一：新北林家花園	71
2.3.2.	案例二：汐止康寧街 747 號到 541 巷	77
2.3.3.	案例三：北區忠明路(西屯路至中清路)道路、共桿建置及 人行道改善工程.....	84
2.4.	製作 BIM 設計成果影片(3 案)以加強 BIM 應用於提升道路 品質計畫(內政部)、生活圈計畫或人本道路推動與推廣。	96
2.4.1.	案例一 新北林家花園	96
2.4.2.	案例二：新北汐止康寧街	101

2.4.3. 案例三 台中忠明路	106
2.5. 市區道路 BIM 應用後續如何推動與建置建議	109
2.6. 創意或廠商承諾額外給付相關情形	112
2.6.1. 落實 BIM 應用案例	112
2.6.2. 建立教學示範網站	122
2.6.3. 建立 BIM 代理團	128
3. 預期成果實現進度.....	133
3.1. 提升相關業者與各縣市政府及鄉、鎮、市、區公所，了解 BIM 應用於市區道路之可行性：	133
3.2. 經由指定三項案例以及北中南各一試點案例製作與分享，作為各縣市政府及鄉、鎮、市、區公所辦理市區道路規劃、設計、施工、預算管控及管理維護等全生命週期管控能力之確實掌握：	133
3.3. 提供建置 BIM 試辦案例，供各縣市政府及鄉、鎮、市、區公所辦理市區道路規劃、設計、施工、預算管控及管理維護等全生命週期管控能力之參考依據：	133
3.4. 提出市區道路 BIM 應用後續如何推動與建置政策之具體方針，增進未來提升工作推展效益：	133
3.5. 完成建置教學示範網站，分享指定與試點案例之製作與教學教材、影片等相關資料、示範展示 BIM 檔案命名規範與資料格式，推廣 BIM 於道路應用之素材分享：	133
3.6. 組建 BIM 代理團，消弭因導入 BIM 所增加之成本與人才難尋與管理等兩大阻礙，並發揮深耕孕育、培養和運作經驗傳承，以開展 BIM 之全面應用性：	134
4. 結論	135
參考文獻.....	137
附錄一 期中審查會議委員意見及辦理情形.....	139
附錄二 110 年 5 月 11 日期末成果影片內容討論會議	142
附錄三 110 年 6 月 4 日成果影片內容線上討論會議	143
附錄四 110 年 6 月 23 日成果影片回覆文	145

附錄五110年7月27日成果影片回覆文	148
附錄六自主檢查表說明	150
附錄七成果影片最後一次回覆文.....	152
附錄八期末報告會議記錄.....	153

圖片目錄

圖表 2-1 一中運量的捷運系統的基本設計 BIM 模型與 GIS 整合	15
圖表 2-2 橋梁設計成果 BIM 模型建置	16
圖表 2-3 上行線（藍）及下行線（橘）結構界線模型	16
圖表 2-4 直線路線段結構界線剖面	16
圖表 2-5 轉彎路線段結構界線剖面	16
圖表 2-6 地下管線與軌道展示	17
圖表 2-7 地下管線衝突檢討	17
圖表 2-8 可視化模型	33
圖表 2-9 可視化照明燈具	34
圖表 2-10 安心橋 BIM 碰撞檢討及衝突問題之範例	35
圖表 2-11 安心橋 BIM 輸出之輔助圖說	36
圖表 2-12 安心橋三維（3D GIS）模型輸出圖範例	36
圖表 2-13 安心橋時間軸中不同階段之 4D 模型輸出圖	37
圖表 2-14 第三航站區建設鳥瞰示意圖	39
圖表 2-15 北橫通道工程效果圖	41
圖表 2-16 基於 BIM 設計方法展示	41
圖表 2-17 隧道煙氣擴散模擬	42
圖表 2-18 隧道內照明分析	42
圖表 2-19 工具模塊流程圖	42
圖表 2-20 常德市工作站成立執行方式圖	44
圖表 2-21 雨水、污水管線衝突示意圖	45
圖表 2-22 BIM 設計帶來優勢	46
圖表 2-23 臺北市地下管線 3D-GIS 平台	47
圖表 2-24 屬性資料 ods 範例	59

圖表 2-25 CPAMI 標準 3D 實景檢視器	60
圖表 2-26BIM 軟體和硬體建置費	65
圖表 2-27 全國土木技師公會 109/9/19 會議照片	66
圖表 2-28 協助營建署於 109/10/14 全國承辦單位會議照片	69
圖表 2-29 BIM 設計審查種子人員培育訓練課程 110/01/15 課程照片	70
圖表 2-30 傳統設計方式，無 3D 實景輔助，設計圖規劃內容忽略實際 現況。路口路形與設計內容不符	72
圖表 2-31 傳統設計方式，竣工階段變更設計，設計圖變更與審圖階 段被直接忽略。廣場鋪面實際施作與設計內容不符	73
圖表 2-32 傳統設計方式，竣工階段變更設計，設計圖變更與審圖階 段被直接忽略。樹穴樣式與設計內容不符	74
圖表 2-33 傳統設計方式，竣工階段變更設計發生殘障坡道與設計內 容不符	75
圖表 2-34 傳統設計竣工時發現高程規劃錯誤問題洩水方向錯誤被引 入民宅問題	76
圖表 2-35 發現量測圖水溝區域不精確問題	78
圖表 2-36 發現量測圖柏油路範圍不精確，造成設計標線與原路面無 法銜接問題	79
圖表 2-37 原始設計範圍直接侵占私人土地	80
圖表 2-38 傳統設計內容造成人行道與原路面高差(0K+151.48- >0K+171.48)	81
圖表 2-39 傳統設計內容造成人行道與原路面高差(0K+271.48- >0K+291.48)	82
圖表 2-40 傳統設計內容造成人行道與原路面高差(0K+531.48- >0K+551.48)	83
圖表 2-41 缺乏 3D 實景輔助，現地量測資料易發生錯誤	85
圖表 2-42 量測資料遺漏原有車道訊息(0K+780.00 ->0K+800.00) ..	86
圖表 2-43 路口規劃設計內容與現況接合有問題	87

圖表 2-44 抵石子規劃無障礙坡道未考慮與民宅間高程銜接問題造成 33cm 落差(0K+240.00->0K+260.00)	89
圖表 2-45 抵石子無障礙坡道與原始人行道高程銜接問題造成 10cm 落差(0K+800.00->0K+820.00)	90
圖表 2-46 未考慮與大樓通道與人行道高程銜接問題造成 34cm 高度落差.....	92
圖表 2-47 設計資訊遺漏原有標線資訊，設計結果與現況不合.....	94
圖表 2-48 設計資訊遺漏原有標線資訊，設計標線規劃與現況無法銜接.....	95
圖表 2-49 章節段落區分	96
圖表 2-50 案件背景及周邊基地環境說明	97
圖表 2-51 實景設計說明	98
圖表 2-52BIM 展示.....	99
圖表 2-53 未來改善實景	100
圖表 2-54 章節段落區分	101
圖表 2-55 案件背景及周邊基地環境說明	102
圖表 2-56 實景設計說明	103
圖表 2-57 BIM 展示.....	104
圖表 2-58 未來改善實景	105
圖表 2-59 章節段落區分	106
圖表 2-60 案件背景說明	107
圖表 2-61 行人動線模擬	107
圖表 2-62 實景成果	108
圖表 2-63 BIM 應用推動架構。.....	110
圖表 2-64 BIM 應用推動時程與階段。.....	111
圖表 2-65 BIM 應用推動時程甘特圖	111

圖表 2-66 北部試點案件會議照片	114
圖表 2-67 BIM 設計流程圖.....	116
圖表 2-68 中部試點案件會議照片	118
圖表 2-69 南部試點案件會議照片	121
圖表 2-70 教學示範網站首頁	122
圖表 2-71 自主檢查表段落	123
圖表 2-72 BIM 設計後之實景模型+設計內容套疊檔案段落	123
圖表 2-73BIM 實景內容提供等比例尺寸量測段落	124
圖表 2-74 BIM 設計內容提供等比例尺寸量測	125
圖表 2-75 自主檢查表範例影片段落	126
圖表 2-76BIM 自主檢查影片段落.....	127

表格目錄

表格 2-1BIM 研究調查問題分類表.....	49
表格 2-2 (初階)自主檢查表.....	55
表格 2-3 (中階)自主檢查表.....	56
表格 2-4(高階)自主檢查表.....	57
表格 2-5 內政部營建署「提升道路品質(內政部)2.0」BIM 自主檢查 表.....	127

1. 計畫背景與目標

1.1. 計畫背景

最近這十多年來，全球各先進國家；如美、英、日、韓、新加坡等，都已開始在體制下編組及整合運用建築資訊模型（Building Information Modeling，以下簡稱 BIM）的對應策略，以提升營建工程之管理目標及執行效率。在此潮流之下，驅使了 BIM 由原先發展於建築業，迅速地拓展到營建土木等產業的全生命週期應用。

雖然，營建土木產業導入 BIM 應用已是必然之世界發展趨勢！政府相關部門在多年前，也已針對公共工程及民間建設建築管理業者逐步推廣與導入 BIM！然而，基於多方因素與客觀環境之未臻成熟，多數營建土木業者及承包廠商仍停滯於傳統工法與模式的思維。因此，尋求更有質量化效益的方法，輔導業者體認 BIM 技術的優點與妥善應用本技術之必要性，培養與補足 BIM 技術人才缺口；使加速落實於設計階段導入 BIM、在施工期間同步設計資訊、於竣工時得以確實驗收，以利去除業者執行障礙、形成 BIM 群聚效應，讓相關政府單位得以推行較無阻礙，乃為推廣 BIM 之當務之急。

1.2. 計畫目的

本計畫之目標，計有：

（一）、了解推動 BIM 應用於市區道路可行性。

（二）、藉由 BIM 應用於市區道路探討，以提升相關從業人員、縣市政府及鄉鎮市公所人員對於全生命週期之認識，從而應用於計畫型系統管理上。

（三）、提升縣市政府及鄉鎮市區公所透過 BIM 建置後，便於維護管理之應用。

為達成計畫目標，本案主要工作範圍包括下列五項主要工作：

一、論述市區道路 BIM 應用之必要性。

二、國內外現行推動 BIM 應用於市區道路遭遇問題及如何改善對策。

三、配合營建署指定之生活圈或人本道路或提升道路品質計畫路段辦理 BIM 試辦案例（3 案）。

四、製作 BIM 設計成果影片（3 案）以加強 BIM 應用於提升道路品質計畫（內政部）、生活圈計畫或人本道路推動與推廣。

五、市區道路 BIM 應用後續如何推動與建置建議。

針對上述主要工作，本計畫具體工作內容與成果如下：

● BIM 應用調研工作項目，計有

- 市區道路 BIM 應用之必要性研究，我們已爬梳相關文獻、期刊、網站、應用案例、研討會論文集、政府與研究單位之出版品、公協會訊息等相關 BIM 資料來源，彙總 BIM 應用之價值、效益與必要性，以具體化市區道路 BIM 應用之必要。
- BIM 推廣應用研究部分，我們已收集國內外現行推動 BIM 應用於市區道路之險阻及改善對策相關資料 [1]，並歸納出推行 BIM 滯礙難行之處有哪些面向，以及目前他山之石可以攻錯之處有哪些值得參考之處。

● BIM 案例製作工作項目，計有

- 製作 BIM 案例之工具研發，我們蒐羅目前市售 BIM 各階段使用之相關軟體，評比其優劣之處，並提出我們自行研發且優化後之整合性 BIM 軟體，以展現 BIM「資訊載體」與「數位化」之優點，以利推廣 BIM 應用。
- 案例製作部分，我們已完成貴署指定之案件場域，基於我們研發之專業整合工具，提出合宜之製作流程，完成典範之試辦案例製作，以供觀摩與提升推動之效益。
- 示範教材部分，我們已完成拍攝案例製作過程之影片、動畫，並建置網站分享示範過程、提供學習教材。

● BIM 推動策略工作項目，計有

- BIM 專業代理，我們將扮演專業 BIM 代理團隊！針對營建土木建築相關從業人員、縣市政府及鄉鎮市公所人員，對於 BIM 全生命週期之認識，應用於計畫型系統管理上之種種需求，如諮詢、顧問、協作、維護管理與整合服務等，提供專業的全面性 BIM 服務，發揮深耕孕育、培養和運作經驗傳承，盼能增進 BIM 應用之順利推動！

1.3. 章節簡述

本市區道路 BIM 應用探討案成果報告書，章節呈現由計畫背景與目標開始，接著在“2. 工作內容成果報告”的章節中，我們整合國內外執行 BIM 所發現之問題及建議，點出 BIM 設計對於工程案件帶來之效益及價值，以及對道路建設帶來的優勢。然後，基於營建署指定之生活圈或人本道路或提升道路品質計畫路段辦理 BIM 試辦案例，我們提出對於 BIM 推行後未來之建置建議。最後，我們在“3. 預期成果實現進度”的章節中再一次檢核整體案件執行成果。

2. 工作內容與成果

2.1. 論述市區道路 BIM 應用之必要性

資通訊網際網路發達的時代，數位化與資訊技術的發展乃是大勢所趨。對於營建土木建築等業界而言，BIM 是一股難以阻擋的洪流！如果將 CAD 技術的應用視為工程設計的第一次革命，BIM 技術的實現則是在網際網路時代中的第二次革命 [2]！BIM 使得建築可視化設計成為當然，使得工程項目的數位精细化管理成為日常。因此，BIM 以強大的潛力和廣闊的前景衝擊著營建土木建築施工領域，並完美解決了當前建設領域信息化的瓶頸問題，發揮出極大價值。

2.1.1. 相關研究

2.1.1.1. BIM 翻模越多，距離正向設計越遠(道路 BIM 技術討論之一)

遭遇問題：

「兩張皮現象」大陸對其全國道路交通行業 BIM 應用情況進行了深度調查。調查發現，儘管 BIM 技術在工程行業受到了高度關注，有部分企業斥巨資購買國外 BIM 軟體，也有不少企業還為此成立 BIM 研發與應用中心，進行 BIM 研發和應用探索。但至今 BIM 執行的技術在實際工程中應用的情況卻令人沮喪，主因在於多數項目 BIM 應用均存在兩個執行的假象，a. 即一個團隊進行工程專業設計，b. 一個團隊進行 BIM 建模應用。但是這兩邊的資料是完全不利設計因此被稱之為「兩張皮」現象。

「建模工具」在大陸所有機關單位執行工程項目所開展 BIM 應用的初衷都是相同的，即透過 BIM 技術，實踐於工程全部過程的設計中，對工程達到設計案件的優化與檢核，實現 BIM 交付，並於最終以 BIM 模型為載體，實現工程資訊數據的共享與傳遞。然而現今業界幾乎所有工程 BIM 應用項目均存在大量的對照設計圖紙進行 BIM 建模。也就是說，現今業界 BIM 的技術並不是真正參與到工程方案「從無到有」的設計過程。

「目前國外最大的建模工具」國外 BIM 軟體工具最常推薦用戶採用 Revit 等工具，進行橋樑、涵洞、隧道、交通工程等專業的 BIM 建模，即對照相關專業設計圖紙，由設計人員手工、或半手工方式進行「建模」。但凡項目發生調整、變化，很多已經完成的建置模型工作，就必然需要再次全部重新建置。因此，所有 BIMer(BIM 建置模型人員簡稱)最怕聽到的一句話就是「項目又要改」。

BIM 正確的優勢：

「正向設計」是相對於當前「先有工程設計，後進行 BIM 重新建置模型的應用」的 BIM 應用技術流程提出的。「BIM 正向設計」，首先要求 BIM 技術與應用必須貫穿於工程方案從無到有的全設計過程。其次，在工程各專業設計中，能夠以工程三維(3D)實體模型為操作對象；同時，在工程師對項目方案進行優化、修改、調整的過程中，能夠隨時以所見即所得的方式，透過 BIM 模型對工程方案和細節進行驗證和檢核。只有真正實現「正向設計」，才能確保 BIM 技術確實執行於實際工程設計之中，才能發揮 BIM 技術在工程方案設計與優化中的實際價值。

從 BIM 技術的整體價值來看，只有實現專業 BIM 正向設計和自動建模的一體化，才能徹底破解現今業界從專業 BIM 正向設計、海量工程模型建置與更新、BIM 模型屬性信息關聯的技術瓶頸，才有可能實現 BIM 交付和設計資訊共享與傳遞的目標。

總結

為了徹底轉變當前業界「先有工程設計，後進行 BIM 建模應用」錯誤的 BIM 設計模式。在道路工程設計應用的目標是達到「BIM 正向設計」，而正向設計就是 BIM 技術與應用必須貫穿於工程方案從無到有的全設計過程。

2.1.1.2. BIM 在軌道運輸工程設計之應用

1. 規劃及基本設計應用

軌道運輸工程而言，開始即須進行完整的整體規劃，並據以進行可行性研究及環境影響評估，完成後，則進行基本設計，確認軌道線型、車站、機廠、變電站等主要設施初步位置及結構配置。結合 BIM 模型、數值地形模型（Digital Terrain Model, DTM）、正射影像乃至於傾斜攝影空拍三維模型，我們了解並規劃站體位置、捷運服務的行經路線、軌道型式、跨越河道的造型橋配置，規劃所需的用地，以及建造完成後整體工程造型風貌，成果如下圖表 2-1。



圖表 2-1 一中運量的捷運系統的基本設計 BIM 模型與 GIS 整合

a. 車站及機廠建築設計優勢：

車站及機場設計之應用是以 BIM 技術分別建置建築、結構、水電環控、及核心機電等各專業模型並整合檢討。BIM 輔助設計的好處，是同時提供了 3D 視覺環境與整合協同作業。透過 BIM 系統的協助，工程師們可即時的進行同步設計檢討。此外，並可結合建築隔間、結構構件、水電環控元件以及核心機電設施資訊，進行衝突及干涉檢查，協助確認各設計的正确性與完整性。其應用優勢分述如下：

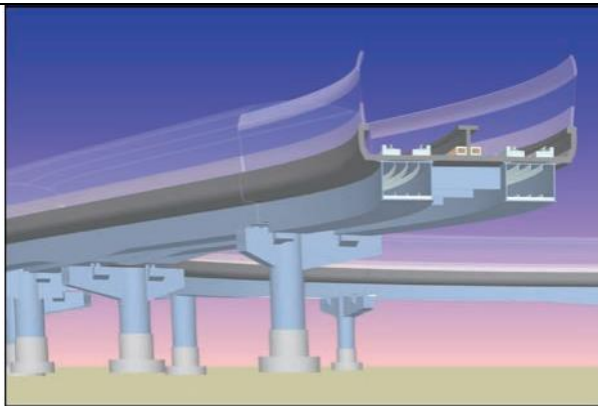
- **建築設計：**將建築構想與型式實體化，進而在 BIM 模型上以立體可視

化模式進行各項環境分析，提供業主及設計工程師參考檢討。

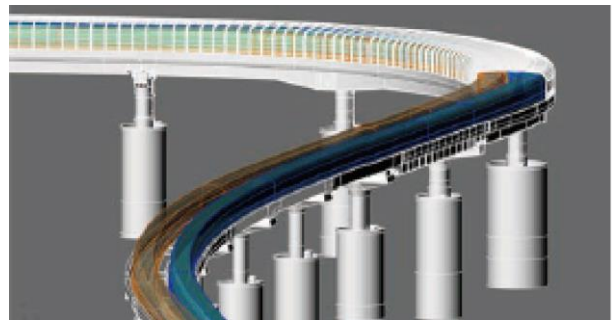
- **結構設計：**以建築設計底圖及 BIM 建築模型發展結構 BIM 模型，建立包含結構桿件尺寸、基礎、螺栓接頭、鋼筋配置等細節，再由 BIM 輔助產出 2D 圖面及輔助數量計算。
- **水電環控設計：**水電、空調、電扶梯等設計之配置在 BIM 3D 環境中進行，再產出設計圖。
- **核心機電設計：**核心機電包含車輛、號誌、供電、通信等子系統。利用 BIM 技術及 3D 環境中規劃設計。

b. 高架段、橋梁設計優勢：

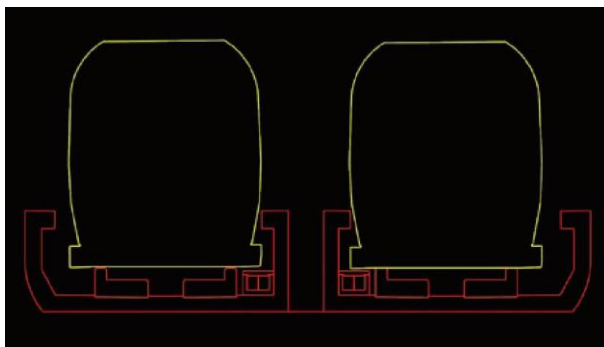
高架段及橋梁段主要應用在全線土木施作結構以及軌道系統的建置，檢討內容包含落墩位置、高程檢核、施工淨空檢核、結構界線檢核等等。並可透過產出結構界線之空間模型，與路線段模型作整合檢討，以確認設計尺寸的正確（如圖表 2-3 至圖表 2-5 所示）。BIM 設計的好處是可以提供更細化的設計成果與空間的確認。



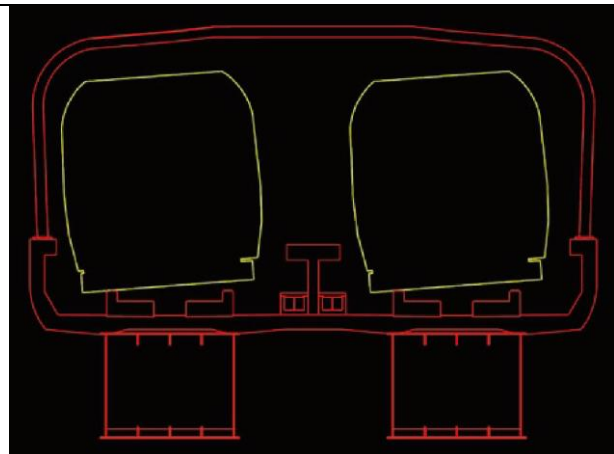
圖表 2-2 橋梁設計成果 BIM 模型建置



圖表 2-3 上行線（藍）及下行線（橘）結構界線模型



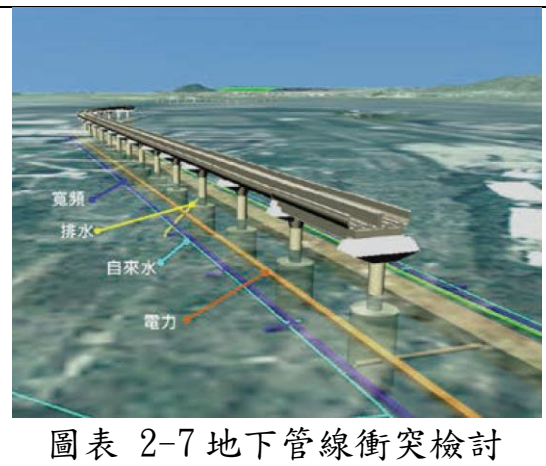
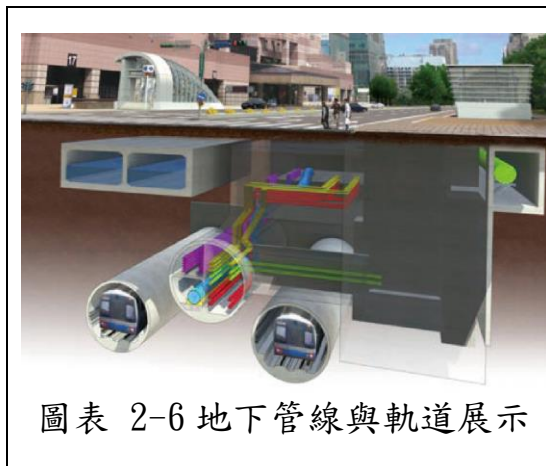
圖表 2-4 直線路線段結構界線剖面



圖表 2-5 轉彎路線段結構界線剖面

c. 地下基礎與管線設計應用：

藉由 BIM 與地形資訊整合，我們可以利用現地測量所建置之數值地形模型進行基礎高程檢討，並與其他現有結構的空間分佈確認，以協助檢核設計之正確性。此外，地下工程最怕的就是公共管線，尤其是雨水及污水等重力流幹管或是共同管道。在地下開挖、基礎施工或潛盾工程施作時，管線位置分佈往往是基礎或地下管道設計最重要考量因素。管線位於道路下方，其為 3D 物件，應採用 3D 模型來呈現，因此可以利用 BIM 技術，分別建立各類地下管線 BIM 模型，展現道路及管線、管溝的立體空間分布如圖表 2-6，可協助工程師研擬包含線型調整、地盤改良範圍、深度，監測規劃等相關因應策略。並與所設計之地下結構進行碰撞檢查、標示出碰撞點位如圖表 2-7，即可及早與管線權屬單位進行協調處理，並規劃線型、墩柱位置調整、管線臨遷、永遷等設計方案或施工方案。



d. 設計溝通優勢：

如何將設計成果與業主、施工單位乃至於與未來的軌道運輸使用者溝通，讓設計成果能夠廣泛地、容易地被了解，也是設計單位的重要工作之一。單純應用二維(2D)的設計成果，其實很難讓大家引起共鳴，也不容易具體展現設計成果。相同地，結合 3D GIS、地形資料、正射影像乃至於傾斜攝影空拍建模技術，我們可以將區域性的 BIM 模型與地形資訊整合，得以進行模型的虛擬分析及移動路徑模擬等應用，以視覺化方式輔助進行軌道工程設計成果與環境、風環境及日照等綠能分析，更可完整、具體的提供設計成果展現，提供設計溝通應用。

2. 結論：

建築資訊模型 (BIM) 提供了一個傳遞生命週期各階段專業介面資訊的協同作業平台。本文主要介紹在軌道運輸工程設計階段導入 BIM 技術之應用，

但在軌道運輸工程全生命週期應用上，各階段之成效與優勢並不相同，而在設計階段所發展的 BIM 模型及龐大資訊，可應用在工程全生命週期各階段。除了前期 BIM 技術導入協助設計單位設計發想與可行性檢討，且輔助提供營造單位相關 BIM 資訊及精確施工外，後期模型營運管理運用與後續邊際效益應用發展，更具深遠意義。BIM 技術導入可協助設計單位設計發想與可行性檢討及輔助營造單位精確施工。透過模型與工程資訊連結，可大幅減少各設計界面之衝突，降低工程成本，提升整合效率及工程品質，以提高設計、建造、營運的效率。

總結

於鐵軌道路工程設計結合 BIM 模型、數值地形模型、空拍重建 3D 模型，將可達到的優勢有：

- 透過 BIM 實景檢視將可提早輔助站體位置、行經路線、地下基礎、管線和軌道形式規劃。
- 是所見即最終施作成果，以及建造完成後整體工程造型風貌，具體的設計成果展現，將提早避免傳統設計資訊落差而發生溝通不良問題。

2.1.1.3. BIM 理念在國內的道路橋樑隧道工程中如何應用

透過道路橋梁隧道工程透過 BIM 規劃施工驗證對於掌控時間、經濟、人才和管理成更加精準。

● 橋樑工程中應用 BIM 技術的優勢

- 提高生產效率、節約成本：協同設計、引數化設計功能，優化橋樑結構設計，避免施工環節多次返工，既節省時間和成本，又能保證施工效率。
- 使方案評審更加直觀，提高工程造價的準確性：評審階段更加直觀地看到工程完工後的效果及相關資料分析。相比基於 2D 圖紙的預算更加準確、更多的工作由計算機完成，且節省了大量時間。
- 有助於橋樑工程的創新性與先進性：BIM 技術用可視的數字模型串聯起設計、建造和運營全過程。資訊共享互動平臺各個協作方進行互相經驗交流、資訊協調，實現專案創新性與先進性。
- 方便工程及相關裝置管理與維護：竣工模型傳遞到工程運營管理單位，能為其日常的常規運營管理、安全管理、養護維修等工作帶來便利。

● BIM 技術在橋樑施工階段的實際應用

- 數字資訊化施工：運用數字資訊化手段可以預製橋樑結構，然後通過工廠化的生產製造手段防控施工中的各種不利因素，以確保構件質量達標，同時進一步橋體施工週期，提高效益。
- 施工模擬：基於 BIM 技術的 4D(3D 虛擬視覺化技術對建設專案的施工過程進行建模) 橋樑施工模擬技術可以在專案建造過程中編制科學的施工組織計畫，同時嚴格把控施工進度，合理佈置場地並優化資源配置，全面把控整座橋體的施工進度和工程質量，以期在提高工程質量的前提下節約施工總成本, 提高經濟效益。
- 進度管理：BIM 3D 建設專案的施工過程建模，再透過 4D 資訊模型的施工衝突分析與管理系統，實時管控施工人員、材料、機械等各項資源的進場時間, 避免出現返工、拖延進度現象。BIM 4D 模型使管理者對變更方案帶來的工程量及進度影響一目瞭然，是進度調整的有力工具。

- 安全資料資訊管理：基於 BIM 技術的橋樑安全資料資訊管理平臺可以搭載管理施工中的關鍵資料，並利用整合平臺實現資料共享，使各單位全面掌握橋樑施工的安全資訊，以便制定科學有效的施工組織方案，防止因安全資訊資料管理滯後而埋下安全隱患，甚至引發施工安全事故。

應用 BIM 技術對施工現場佈局和安全規劃進行視覺化模擬，可以有效地規避運動中的機具裝置與人員的工作空間衝突。

應用 BIM 技術還可以對施工過程自動安全檢查，評估各施工區域墜落的風險，在開工前就可以制定安全施工計畫，何時、何地、採取何種方式來防止建築安全事故，還可以對建築物的消防安全疏散進行模擬。

當建築發生火災等緊急情況時，將 BIM 與 RFID(無線射頻識別電子標籤)、無限區域網絡、uwb rtls(超寬頻實時定位系統)等技術結合構建室內緊急導航系統，為救援人員提供複雜建築中最迅速的救援路線。

- 物料裝置管理：在 BIM 技術問世之前，施工單位往往借鏡物流行業比較成熟的管理經驗及技術方案，例如使用 RFID(無線射頻識別電子標籤技術)；可以將橋樑構件、工程裝置以及相關物料貼上標籤，以此追蹤管理施工進度。但 RFID 技術只能識別單一載體資訊，無法掌握橋樑施工全過程所有施作載體的資料流，這點缺陷可以通過基於 BIM 技術的橋樑資訊模型來彌補。
- 協同作業：協同作業是設計之外的各種設計檔案與辦公文件管理、人員許可權管理、設計校審流程、計畫任務、專案狀態查詢統計等與設計相關的管理功能，以及設計方與業主、施工方、監理方、材料商、運營商等與專案相關的各方執行者，進行檔案互動、溝通交流等的協同管理系統。在橋樑工程施工過程中，利用 BIM 技術實現協同作業，能保證施工科學合理化。主要利用軟體服務和雲端計算技術，構建基於雲端計算的 BIM 模型，不僅可以提供視覺化的 BIM 3D 模型，也可通過 web(網頁)直接操控模型。使模型不受時間和空間的限制，有效解決不同地點、不同參與方之間通訊障礙，以及資訊的及時更新和釋出等問題，這對於提高設計、運營領域的效率、節約成本也將起到積極的推動作用。

總結

道路橋樑隧道工程透過 BIM 規劃施工，應用 BIM 所帶來的「技術的優勢」：

- 提高生產效率、節約成本。

- 方案評審更加直觀，提高工程造價的準確性。
- 助於橋樑工程的創新性。
- 方便工程及相關裝置管理與維護。

施工階段的「實際應用優勢」：

- 數字資訊化施工。
- 施工模擬。
- 進度管理。
- 安全資料資訊管理。
- 物料裝置管理。
- 協同作業。

經由這兩大優勢 BIM 設計能將時間、經濟、人才和管理成本掌控更加精準。

2.1.1.4. BIM 技術在市政道路工程設計中的創新

在市區道路工程設計中對 BIM 技術的創新應用的建議透過轉變市區道路工程設計理念、對設計標準進行完善規範以及透過市面上 BIM 工具對於技術進行創新應用。

1. 轉變市區道路工程設計理念：在 BIM 技術的應用中其主要是從二維(2D)轉向三維(3D)的設計變化，其要求設計人員具備豐富的理論知識及專業的技術能力，這樣才能掌握 BIM 軟體設計的應用要求，達到在市區道路工程設計中 BIM 技術創新應用的效果。
2. 對設計標準進行完善規範：現實應用中要想使 BIM 技術達到創新應用則需根據行業的特點來制定統一完善的規範和標準，這樣不僅可以使 BIM 技術得到更高效率的使用，還可以達到工程數據共享的效果，進一步提升市區道路工程設計建模的品質及效率。
3. 對 BIM 技術進行創新應用：目前在市區道路工程設計中可以根據實際情況來選用是當對應的 BIM 軟體工具，現今在 BIM 技術發展的過程中與其相關的軟體工具也得到良好的研發和創新，因此在設計過程中不需要被局限於一種建模軟體工具的應用，可以結合市區道路工程設計的內容、條件、複雜程度來對 BIM 技術進行創新應用，藉此提升各個設計階段的執行效率。

總結

對於當今業界透過 BIM 的創新將發生：

- 工程設計理念轉變：將由原本於 2D 平面轉換為由 3D 空間進行設計規劃。
- 主管機關可以完善設計標準規範為目標：依據行業的特點來製定統一完善的規範標準，BIM 技術將能更為高效的被利用，並可以達到工程數據共享的效果。

2.1.1.5. BIM 技術在道路工程中的應用

BIM 目前被廣泛翻譯為建築資訊模型，但其實 BIM 幾乎可以應用於所有的建設行業。BIM 技術的基本原理是透過建立實體模型達到模仿真實成果和分析可行性，建實體模型的數據源至於各個項目的基礎資料，也包含地形地貌、規範標準等。數位訊息、標準是以工程項目的各項相關數據資訊作為模型的基礎，通過模型的建立，運用數位訊息的仿真模擬來建設工程項目的真實訊息。BIM 是通過三維(3D)的建設模型代替傳統的二維(2D)圖紙表達的一種設計思維，這是一種更高級表現設計內容的呈現方式。將 BIM 技術運用在建設項目全部的過程中，設計目標的表達將更加完整、設計變更率也將降低，還可以從源頭直接控制項目投資，同時它具有數位訊息完備性、關聯性、一致性、可視化、協調性、模擬性、優化性和可出圖性等八大特點。

目前 BIM 技術廣泛應用於建築行業，技術較為成熟，在市區道路項目方面尚且處於摸索階段，但是發展趨勢已經逐漸明朗，不久後 BIM 將會運用到市區道路項目的設計施工全部過程中。數位訊息技術的廣泛應用將是提升工程管理、設計、施工效率的有效方式之一，充分利用數位訊息技術及多種訊息技術間的集成，將能提升不同主體間的溝通能力，加強工程管理等都是在當前條件下可以實現的有效方式。

1. **道路工程特點分析：**道路工程分城市道路系統和公路系統，城市道路的平面線位需嚴格遵循城市的總體路網規劃，但其他附屬工程複雜，需考慮沿線交叉口、非機動車、行人、兩側建築物以及地下管線等，主要設計難點是兼顧道路橫斷面、平面以及縱斷面設計的同時又須考慮沿線交叉口功能、路基路面設計、沿線橋涵的設計、景觀綠化、交通安全、監控、給排水以及地下管線的鋪設等多個專業；公路的選線考慮因素有地理位置、社會情況、自然條件和工程的難易等，主要設計難點在於線路選取是否為最佳位置。道路設計過程中的每一個專業、每一個指標都有嚴格的規範，各專業之間相互限制、約束，須相互協調。

在市區道路項目設計過程中交叉節點是設計難點，也是工程案件的關鍵。交叉節點分為平面交叉和立體交叉，平面交叉設計的重點是交叉口尺寸，立體交叉的設計牽扯因素較多，形式也較多。在 3D 空間存在交叉節點，設計難度較大，所需要考慮的專業也較多。其中最關鍵的步驟在於立體交叉點選擇類型，BIM 技術可以幫助建設空間的結構，對空間進行分析，實現專業自身和與其他專業的銜接自主檢查。因為包含專業項目較多、精度也較高，透過深度探索設計方案實施的可行性，定量分析方案的各項指標，有助於設計人員定性分析方案的優缺點，對於選出最佳方案很有幫助。

2. BIM 特點：BIM 技術工作原理是通過數位訊息的帶入將建築實體動態三維(3D)呈現，但是表現形式只是 BIM 技術的其中一個優點，BIM 主要的優勢在於可以檢驗設計的合理性、正確性，以及後期施工過程的完整模擬。將達到避免設計衝突、施工衝突、施工延誤以及設計美觀度的直觀體現。
3. BIM 技術對於道路行業規範化技術路線：道路設計過程需要各個專業間訊息傳遞、回饋、銜接。為保證各個專業以及設計流程的高效率和順暢，可以採用一站式的執行方式，基於 BIM 技術透過多種軟體工具協同作業方式，建立包含整個流程的平台，採用 IFC 標準數據傳輸結構。IFC 標準的核心技術內容分為兩個部分，一個是工程訊息如何描述，另一個是工程訊息如何被取得。IFC 標準可以促成不同軟體工具數據間的有效鏈接，實現數據在產品全生命週期各階段的共享和交互。目前各 BIM 應用軟體工具也基本上完成了對 IFC 數據格式的支持開發，IFC 標準是 BIM 技術發展的基礎。

對於城市道路而言，道路的平面及縱斷面設計必須遵循城市整體規劃。建模基礎數據主要包括：道路沿線地形地貌、城市總體規劃、現地勘查資料、周邊建築物範圍、地下管線佈置情況；公路設計重點在於選擇路線的科學性、合理性以及經濟性。而建模的基礎為：地形地貌、不良地質勘察情況。

BIM 技術可以實現施工全部過程模擬，同時優化施工決策，規劃最佳施工次序，保證施工可操作性，明確提升施工效率和工程質量，提升其準確性，形成良好的發展循環。目前建築行業較為成熟的 BIM 技術應用也主要在於施工過程的控制，通過模型的反饋，整體的施工過程將得到提升，成本也在這個過程中得到有效控制，減少了返復工程、延誤工程的發生率，同時有效規避了可能出現的施工風險。

4. 時代高速發展，訊息化、自動化將會恩惠於每一個行業：當初 CAD 的出現使得工程製圖速度和效率得到質的飛躍，但是根據時代特點和行業發展，目前單純的製圖軟體工具已經不能滿足行業的發展，BIM 三維(3D)製圖終將取代 CAD 二維(2D)設計。

目前建築行業已經成熟運用 BIM 技術，道路設計中存在問題是牽扯眾多專業、空間結構複雜等困難，但 BIM 技術可以將多個區塊模組和多個功能融合，在方案比較選擇、空間關係碰撞分析以及最後效果展示等方面有著獨一無二的優勢，未來發展前景廣闊。以往道路設計依賴經驗和技術，缺少一定的科學性和創新性，透過建模可以補充這個缺陷，使得方案更具科學性、經濟性。目前在施工工程設計以及施工領域，BIM

技術尚處於摸索階段，且僅僅運用在某個階段，例如地基處理、橋樑設計或者施工進度管理等，並沒有將項目從設計到施工整體貫穿起來，缺少連貫性。目前根據建築項目的經驗可知，工程設計三維(3D)化是大勢所趨，將 BIM 技術運用在道路、公路建設項目的各個分支上並進行整合，數字模型和三維(3D)視頻終將替代圖紙出圖，設計成果直觀呈現，同時設計和施工過程緊密聯繫，相互制約，提高建設項目的可行性、科學性、經濟性，建設工程將會實現偉大的革命轉變。

總結

將 BIM 技術運用在建設項目全過程，設計內容表達更加完整、設計變更率降低，還可以從源頭控制項目投資，同時它具有建築資訊完備性、關聯性、一致性、可視化、協調性、模擬性、優化性和可出圖性八大特點。充分利用工程資訊技術及多種資訊技術間的集成，提升不同主體間的溝通能力，加強工程管理等都是在當前條件下可以實現的有效方式。建築資訊帶出：

BIM 特點：透過建築資訊將可以檢驗設計的合理性、正確性，以及後期施工過程全模擬，避免設計衝突、施工衝突、施工延誤以及設計美觀度的直觀體現。

BIM 技術行業規範化：道路設計過程需要各個專業間信息傳遞、回饋、對接。建立包含整個流程的平台，一個是工程訊息如何描述，另一個是工程訊息如何被獲取，可以促成不同軟體工具數據源的有效鏈接，實現數據在產品全生命週期各階段的共享和交互，綜上所述建築資訊標準化是 BIM 技術發展的基礎。

2.1.1.6. 為 BIM 而 BIM 的陷阱，不可不慎！

我們可以怎麼做來避免掉入「為 BIM 而 BIM」的陷阱呢？以下提供一些個人淺見，供大家參考。

1. **加強業主端的 BIM 教育訓練，著重實際工程效益：**首先，可以從加強工程業主端的 BIM 教育訓練開始，要讓業主端的主管及工程承辦相關人員，尤其是工程師，都能瞭解業主在 BIM 導入與應用上應扮好什麼樣的關鍵角色。業主應根據自己對 BIM 應用的需求、所欲達成的目標及所能投入的資源，來選擇適當的 BIM 應用項目，且認清 BIM 技術只是手段，而不是目的，因此應著重於 BIM 技術的應用所能為工程帶來的實質效益。例如，在設計或施工階段，BIM 模型的幾何精細度與屬性資料之詳細程度，應隨應用目的而有所不同，應注重的是如何讓 BIM 技術能實質協助設計與施工的整合，而不是 BIM 模型元件要建到多精細多好看。只要是對廠商實質有幫助的 BIM 應用，廠商都會歡迎，也常常會自行導入應用，不太需要業主負擔太多費用。當然，業主希望有好看的模型來進行展示無可厚非，但如果只是對業主才有用處的，就應該要給廠商額外的費用來做，而不應認為從工程實務應用中的 BIM 模型加工就可以輕易得到，甚至因而不給額外的費用。另外再舉一個案例，是關於對 BIM 模型應用於設計或施工衝突的碰撞檢討應用之報告交付。曾聽說業主要求廠商要在報告中交代有找到哪些衝突，還有做了什麼處理，以做為有應用 BIM 於碰撞檢討的證據，而且數量還不能太少，以免無法顯示足夠的效益。因此，廠商花費了很多的人力與時間資源，只是為了展現 BIM 的效益，殊不知為了產出這樣的一個報告，恐怕已經把原本得到的效益消耗殆盡，甚至多浪費了資源，反而得不償失。BIM 只是工具，目的是希望防止設計或施工上的衝突，因此只要在要求的查核階段，使用 BIM 工具進行檢討而未發現衝突，應該就能達到目的了。
2. **應訂定模型交付準則，由業者付費建置：**再來是關於模型交付的部分。我們都知道 BIM 要能應用到建築土木設施的營運維護階段，才能獲得最大的效益。因此，承包商完工後，交付給業主一個能協助設施營運維護管理的 BIM 模型應屬合理，但前提是，業主或業主委託的營運管理單位要有能力承接應用此模型，也應該訂定明確的模型交付準則，並要有能力進行模型驗收。因為此模型是為了業主營運維護之需而建立的，對於承包商本身的施工應用並無實質幫助，因此應由業主支付費用建置。然而，實務上我們常聽到的卻是，業主並無後續的模型應用計畫或規劃，也未訂定模型交付準則，更無模型驗收能力，卻在生命週期的不同階段，要求交付由業主「自由心證」的「精細」模型，深怕要求少了會圖利承商。殊不知，這樣的模型交付要求，無法產生任何對後續應用的效益，只是浪費了大家的資源，應該盡量避免。

3. **致力創造 BIM 的新價值，以利營建產業加速升級：**此外，我們應用 BIM 不應只滿足於工程如期如質如預算完成，還應多朝價值創造的方向努力，應用 BIM 去達成過去想做卻受限於技術能力而無法做到的事，創造出新的價值，以利營建產業在新工業時代能加速升級。

總結

- **加強業主端的 BIM 教育訓練：**建議由加強工程業主端的 BIM 教育訓練開始，主要讓業主端的主管及工程承辦相關人員，尤其是工程師，都能瞭解業主在 BIM 導入與應用上應扮好什麼樣的關鍵角色。
- **著重實際工程效益：**業主應根據自己對 BIM 應用的需求、所欲達成的目標及所能投入的資源，來選擇適當的 BIM 應用項目，且認清 BIM 技術只是手段，而不是目的，因此應著重於 BIM 技術的應用所能為工程帶來的實質效益。
- **應訂定模型交付準則：**BIM 要能應用到建築土木設施的營運維護階段，才能獲得最大的效益。承包商完工後，交付給業主一個能協助設施營運維護管理的 BIM 模型應屬合理，而業主或業主委託的營運管理單位需要有能力承接應用此模型，應該訂定明確的模型交付準則，並要有能力進行模型驗收。

2.1.2. 效益與價值

BIM 應用的效益與價值，可以空間幾何、資訊載體等兩個面向陳述如下：

- 空間幾何

1. BIM 系統建構一件 3D 工程模型後，即可呈現設計方案的擬真模擬建築外型與空間情境。使得施工之前即能多方審視並確認需求，減少設計單位、業主及相關工程製作單位間在設計文件判讀與情境認知上的落差 [3]。
2. BIM 系統建構一件 3D 工程模型後，即可直接建立所有工程所需之圖面(如平面圖、立面圖、剖面圖外，還有透視圖(含線稿、上色、彩現)等)，如此一來就可省去傳統 AutoCAD 圖面必須重複繪製相關圖面之時間，把省下來的時間用在更有意義的工程設計上 [3]。
3. 在 BIM 工程信息模型中，整個施工過程都是可視化的，所以，可視化的結果不僅可以用來效果圖的展示及報表的生成，更重要的是，項目設計、建造、運營過程中的溝通、討論、決策都在可視化的狀態下進行，極大地提升了項目管控的科學化水平 [2]。
4. 2D CAD 設計圖在處理變更時，往往必須一一變更各個圖面，因此容易造成資料資訊不一致之情形，使用 BIM 系統，這些個別圖面的變更將自動完成 [4]。
5. 傳統的工程質量管理工作以三視圖的方式表達和展現工程，容易造成工程信息在傳遞中的丟失，也會產生數據冗餘、無法共享等問題，從而使各單位人員之間難以相互協作，BIM 具有信息集成整合，可視化和參數化設計的能力，可以減少重複工作和接口的複雜性。
6. 在施工現場進行合理的場地布置，所有施工材料的進場、調度、施工和撤場都可以清晰的實時監控，現場管理人員可以用 BIM 為相關人員展示和介紹場地布置、場地規劃調整情況、使用情況，從而實現更好的溝通。
7. BIM 技術在市區道路使用期間，可以有效地進行運營維護管理。BIM 技術可以快速準確定位營建建築工程設備組件。對材料進行可接入性分析，選擇可持續性材料，進行預防性維護，制定行之有效的維護計畫，亦可有效地進行市區道路的資產管理、空間管理，合理高效使用道路空間。

8. 透過 BIM 的 3D 模型呈現，團隊之間可相互溝通便於討論項目面臨的問題，對於尚未受過專業訓練的人員，直接以可視化檢視 3D 模型，促進團隊溝通與合作與提升初級作業者的學習。

● 資訊載體

1. 利用 BIM 的技術，其模型內部具有數據(包含外型、尺寸體積高度方向等幾何數據及系統規格、成本等非幾何數據)，使得此模型可用於分析、模擬及優化設計方案。並且得以自動估算成本、工程施工的排程、設備維護管理等功能 [4]。
2. BIM 可以幫助解決從勘探設計到環境適應再到具體施工的全過程協調問題；也就是說建造前期對各專業的碰撞問題進行查核、協調，生成協調數據，並能在模型中生成解決方案，減少變更、降低施工成本、提升施工質量。
3. BIM 具有模擬性，BIM 不是只能模擬設計出的市區道路素材模型，還可以模擬不能夠在真實世界中進行操作的事物；例如，在設計階段，BIM 可以進行模擬實驗：節能模擬、緊急疏散模擬、日照模擬、熱能傳導模擬等；在招投標和施工階段可以進行 4D 模擬（三維模型加項目的發展時間），也就是根據施工的組織設計模擬實際施工，以確定合理的施工方案。當然，還可以進行 5D 模擬（基於 3D 模型的造價控制），從而來實現成本控制等。
4. 過去的工程管理造價需要基於二維圖紙進行測量與計算。如果相關數據變更、材料價格波動，將增加成本進行覆核與繁冗的重算！而利用 BIM 技術可以通過分析市區道路的結構與材料資訊，進行自動繪畫的連動資訊更新。
5. 運用 BIM 技術，在施工過程中產生出高質量和高準確性的圖檔，可避免因修正造成的往返作業時間，且模型中各項信息可直接傳遞使用，不需重複輸入數據，減少人為疏失，以更快的審核周期與減少工作流程周期時間來提升工作效率。
6. 整個設計、施工、運營的過程就是一個不斷優化的過程！在 BIM 的基礎上可以做更好的優化，包括項目方案優化、特殊項目的設計優化等等 [5]。

2.1.3. 相關研究中 BIM 能帶給市區道路建設的優勢

改變錯誤設計習慣優勢：

- 徹底轉變當前業界「先有工程設計，後進行 BIM 建模應用」錯誤的 BIM 設計模式。「BIM 正向設計」就是 BIM 技術與應用必須貫穿於工程方案從無到有的全設計過程。(參考 2.1.1.1)

減低設計認知錯誤的溝通優勢：

- 透過 BIM 實景檢視將可提早輔助站體位置、行經路線、地下基礎、管線和軌道形式規劃。(參考 2.1.1.2)
- 所見即最終施作成果，以及建造完成後整體工程造型風貌，具體的設計成果展現，將避免傳統設計資訊落差而發生溝通不良問題。(參考 2.1.1.2)

設計過程、成本和品質控制優勢：

- BIM 規劃施工應用「技術的優勢」：(參考 2.1.1.3)
 - 提高生產效率、節約成本。
 - 方案評審更加直觀, 提高工程造價的準確性。
 - 助於橋樑工程的創新性。
 - 方便工程及相關裝置管理與維護。
- 施工階段的「實際應用優勢」：(參考 2.1.1.3)
 - 數字資訊化施工。
 - 施工模擬。
 - 進度管理。
 - 安全資料資訊管理。
 - 物料裝置管理。
 - 協同作業。
- 將 BIM 技術運用在建設項目全過程，設計內容表達更加完整、設計變更率降低，還可以從源頭控制項目投資，同時它具有建築資訊完備性、關聯性、一致性、可視化、協調性、模擬性、優化性和可出圖性八大優點。(參考 2.1.1.5)

明確規範統一標準優勢：

- 主管機關能更明確訂定標準進行完善規範：依據行業的特點來製定統一完善的規範標準，BIM 技術將能更為高效的被利用，並可以達到對數據共享的效果。(參考 2.1.1.4)

容易擴張延伸應用領域優勢：

- 充分利用工程資訊技術及多種資訊技術間的集成，提升不同主體間的溝通能力，加強工程管理等都是在當前條件下可以實現的有效方式。(參考 2.1.1.5)

縱觀上述內容市區道路 BIM 的執行，在相關研究中發現將會有“改變錯誤設計習慣”、“減低設計認知錯誤的溝通”、“設計過程、成本和品質控制”、“明確規範統一標準”和“容易擴張延伸應用領域”等對於市區道路 BIM 執行帶來之好處。研調中也告知我們數位化與資訊技術的發展將是大勢所趨，市區道路 BIM 可視化設計成為當然，使得工程項目的數位精細化管理也將成為日常，對於市區道路 BIM 的推行將是無法阻擋之洪流。

2.2. 國內外現行推動 BIM 應用於市區道路遭遇問題及改善對策研究

從 Eastman (1975)提出 BIM 的原型概念 BDS 迄今，資訊技術的創新與 BIM 技術日漸成熟。美國聯邦政府主管全美聯邦政府不動產資產管理的總務署 (GSA) 是倡議公營項目採用建築資訊模型的先鋒。GSA 從 2003 年起建立建築資訊模型指引 (BIM Guide Series)，注重在聯邦資產建築計畫之空間驗證與設施管理，並於實踐過程中不斷更新指引內容迄今。GSA 於 2007 年開始要求有受設計補助的大型專案，在設計階段要提交 BIM。美國推動 BIM 的主要目的在於提升營建生產力與推動節能減廢。在實務面，建築相關部門大多從操作面研訂 BIM 的工作規範 [6]。

2011 年 5 月底，英國內閣室發佈：英國政府將在 2016 年要求其公共工程導入合作式 3D BIM 應用之五年計畫，正式開啟了英國建築與營建產業邁向 BIM 世紀的序幕。英國推動 BIM 發展策略包括：運用「推力與拉力」的策略，利用公共工程採用 BIM，創造一個合適推展 BIM 的環境；同時培養技術能力、去除產業執行障礙、形成群聚效應。

鄰近的中國，在 2011 年將 BIM 納入第十二個五年計畫。次年，中國建築科學研究院聯合有關單位發起成立 BIM 發展聯盟，積極發展、建置中國大陸 BIM 技術與標準、軟體開發創新平臺、建立 BIM 設計資訊模型交付模型標準、建築工程資訊模型應用統一標準等更工作。

新加坡的 BIM 發展策略，則以公共營建工程創造需求，來引導應用 BIM 技術；並從民間推動運用 BIM 技術做為基礎，以順利銜接政府計畫。同時，成立 BCA 學院 (新加坡建築管理學院) 來培訓業界所需人才，針對公司或工程專案於應用 BIM 時所需培訓、諮詢、軟硬體及人力成本等給予經費補助，以鼓勵應用。2010-2014 期間，日本、韓國、香港、澳洲、紐西蘭等國家，也都分別訂定了自己的 BIM 工作規範 (BIM Guide)。

台灣過去幾年也在政府相關單位的倡議之下，營建業界應用 BIM 技術也逐步加溫。中央及地方政府陸續 BIM 技術納入試辦案例，包括內政部營建署、國立故宮博物院、臺北市政府、新北市政府、臺中市政府及金門縣政府等，均有推動 BIM 技術運用於公共工程。

2.2.1. BIM 案例研究

2.2.1.1. 白雲區新園路道路工程建設項目

BIM 技術是訊息化建築技術的核心，又稱建築物的 DNA。結合現階段 BIM 技術實施複雜的實時模擬，盡可能真實的預覽建築工程項目的規劃、設計、建造、運行情況，驗證技術方案，利用 BIM 可視化模擬成果可快速陳述比較選擇方案，整合空間、時間、資源、邊界條件等多維度數據，提前解決問題。BIM 技術帶來下列優勢：

- 可視化橫斷面方案選擇：基於可視化模擬及分析，考慮到本道路規劃定位為城市次幹路，且道路主要功能為服務周邊地塊。此外，利用 BIM 可視化模擬成果可快速陳述方案選擇比較情況，獲得業主一致認可。



圖表 2-8 可視化模型

- 可視化公共交通運輸站點佈置：公共交通主要為了滿足乘客便捷、快速、舒適等方面的交通需求，力求與其它交通方式之間達到比較好的銜接，減少交通方式轉換之間的時間損耗。
- 可視化照明燈具方案選擇：道路照明設計應結合道路標準橫斷，按照城市建設的需要，適度提高照度水平，遵循功能性原則、藝術性原則、環保節能原則、階段性原則、整體性原則，實現道路照明和城市建設協調統一同步持續發展。



圖表 2-9 可視化照明燈具

BIM 技術在市政道路設計過程中的應用，能夠確切處理傳統設計過程中衍生出的問題，使各個設計方案體現出科學性和實用性，在促進市政道路設計可持續發展方面發揮巨大作用。

總結

遭遇問題：傳統設計缺乏可視化所以不易與業主進行設計溝通，以及不易討論後續的施作規劃。

對策：使用 BIM 進行設計規劃可視化模擬成果可快速提出陳述的選擇方案，透過整合空間、時間、資源、邊界條件等數據，提前討論並解決問題。可視化優勢於白雲區新園路道路工程帶來下列優勢：

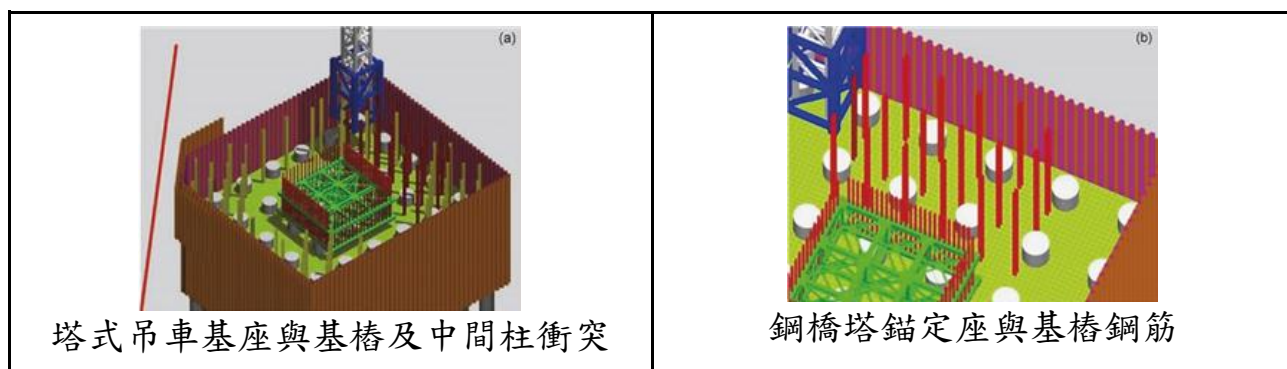
- 可視化橫斷面：BIM 橫斷面可視化模擬成果，協助快速且有效與業主討論最佳解決方案。
- 可視化公交通運輸站點佈置：達到公車運輸與其它交通方式之間最適當的銜接，減少交通方式轉換的時間損耗。
- 可視化照明燈具方案選擇：按照城市建設的需要，適度提高照度水平，並能遵循功能性、藝術性、環保節能、階段性和整體性，藉此達到道路照明和城市建設最佳的協調。

2.2.1.2. 建築資訊模型（BIM）於安坑輕軌系統安心橋設計施工應用實務探討

安坑輕軌系統安心橋全線全程導入 3D 建築資訊模型（BIM）協助進行設計規劃及施工管理，目的係希望透過設計及施工過程中使用 BIM 技術，運用 BIM 整合各項資訊之能力，結合其他應用軟硬體作業，希望促使統包的設計與施工階段之成果更具正確性，減少施工錯誤及設計衝突之發生機會，讓工程整合過程及現場施作更加有效率。導入 BIM 技術主要目的係為達成下列目標：

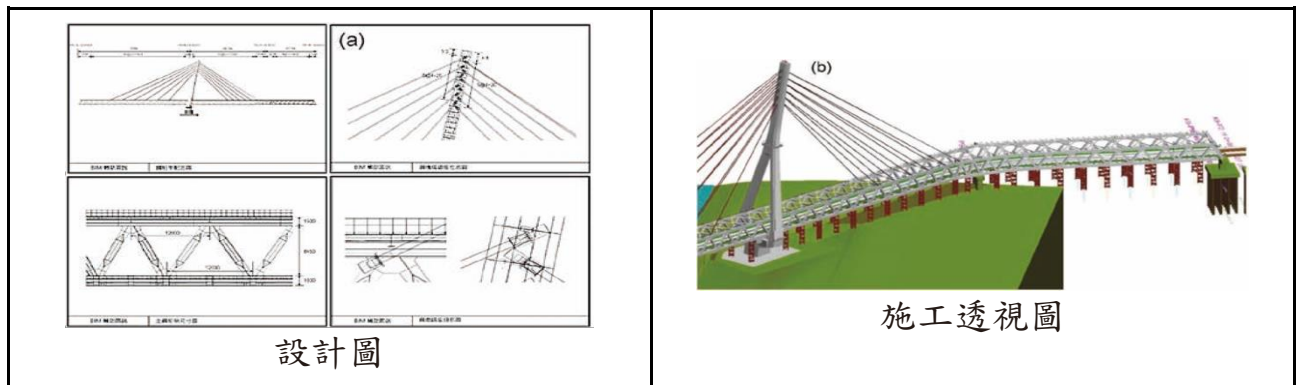
- 為本工程專案設計開始至施工結束交付營運過程中，提供所有參與人員合作溝通之友善平台。
- 經由 BIM 3D 建模及參數化之特性，協助不同文件間之整合及協調。
- 可藉由 2D 設計圖說、數量估算及 3D 模型之連動性，輔助產生施工所需之設計圖與數量報表，同時亦可減少設計變更時所需之文書作業及時間。
- 藉由各專業之模擬施工過程，改善施工系統的協調性和減少物件衝突及重覆施作之情況，以達到提高施工效率並盡可能減少變更設計次數之目的。
- 利用 4D 技術和方法，加入時間軸，以達到從設計過渡到施工期間更好的管理。
- 整合 BIM 模型中之各項資訊（包含基礎設施及建築物系統）至地理資訊系統。
- 於本工程竣工時，能提供竣工相關圖面及營運階段設施管理所需之相關資訊，並期能配合未來營運維護階段所使用之工具與軟體。

設計衝突問題解決：BIM 技術發展至今，大家最熟悉的一項基本功能，就是於施工前預先發現並解決現場設計衝突問題。為有效解決這個問題，BIM 技術服務即「虛擬設計與施工（Virtual Design/Construction, VDC）」的概念，提前於電腦中檢核這些整合問題，並可預先提出解決方式，避免現場的問題產生。



圖表 2-10 安心橋 BIM 碰撞檢討及衝突問題之範例

圖說輸出：經由模型之建置，輔助設計與施工的圖說即可從安心橋各項專業所建置的 BIM 模型中提取，可提取的輔助圖說包括：平面圖、正視圖、剖面圖、放大平面圖、詳圖、附表圖、示意圖、自行定義圖與 3D 視圖。



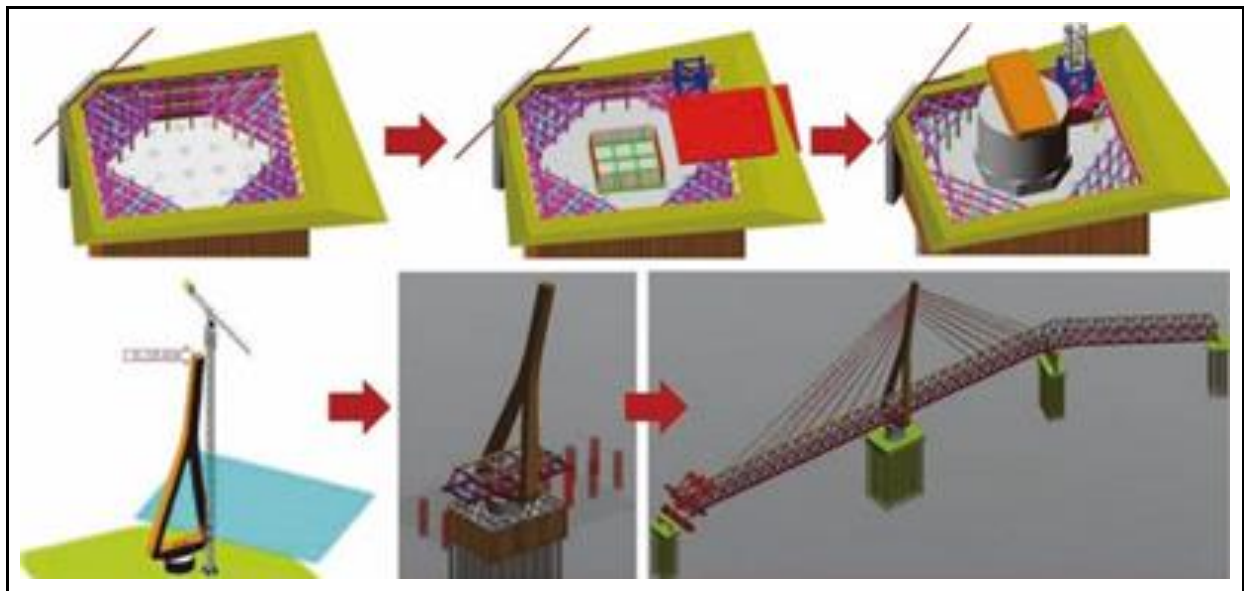
圖表 2-11 安心橋 BIM 輸出之輔助圖說

三維（3D GIS）模型建立成果：本工程結合空拍機之地面實景，搭配 BIM 之三維建模功能，可輸出高解析度之 3D GIS 模型，其中一包含 K8 車站至 K9 車站間之安心橋三維模型輸出。另外，3D GIS 技術也可以由列車內之視角，來觀察列車行駛情況之模型輸出。



圖表 2-12 安心橋三維（3D GIS）模型輸出圖範例

4D 模型運用：目前在土木施工領域，除了 3D 模型技術之外，加入時間軸的 4D 技術，或是加入時間軸和成本的 5D 技術，都有相當成熟的發展，例如台積電圓廠建造的 5D Cristal 技術，算是發展得最完整的整合平台。



圖表 2-13 安心橋時間軸中不同階段之 4D 模型輸出圖

橋體塗裝配色模擬：BIM 技術亦運用於安心橋之配色方案之選擇上，選色時搭配 3D GIS 實際地景之視覺效果上，進行各方案顏色搭配之預視及評選

工程數量計算：使用 BIM 工具對於數量統計而言，最重要的就是運用軟體提供之建模工具使結構體元件可以附帶數量統計所需之數量資訊。

BIM 技術服務系統即是為滿足專案各方專業項目之需求而建置，供專案彙總、發佈、歸檔及管理 BIM 資料及成果，並供專案成員協同作業、資料共享、成果驗證等作業。業主、專管顧問及監造單位亦可由網際網路隨時登入此系統檢視最新 BIM 作業成果。

總結

遭遇問題：

設計衝突問題：傳統設計基於平面設計在施作時常發生。

圖說輸出：如同文獻[20]當今 BIM 設計都只在重複建立模型，BIM 設計與最終輸出圖紙完全不相關。

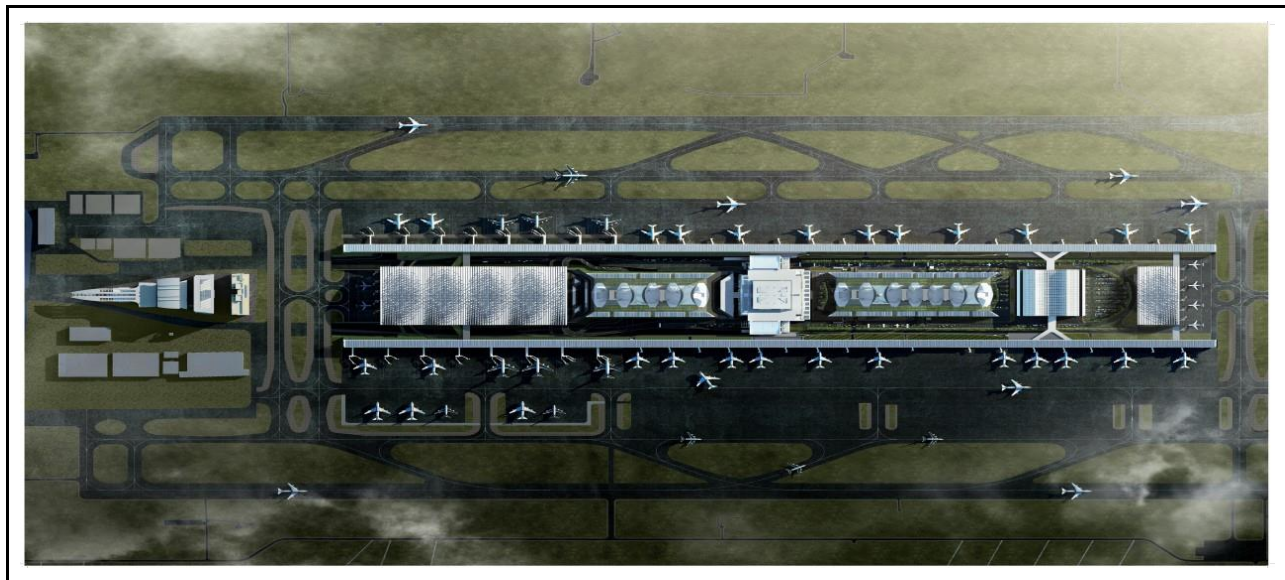
對策：

設計衝突問題：透過設計及施工過程中使用 BIM 技術，減少施工錯誤及設計衝突之發生機會，讓工程整合過程及現場施作更加有效率。為有效解決這個問題，BIM 技術服務即在「虛擬設計與施工」的概念，提前於電腦中檢核這些整合問題，並可預先提出解決方式，避免現場的問題產生。

圖說輸出：經由模型之建置，輔助設計與施工的圖說即可從所建置的 BIM 模型中提取，可提取的輔助圖說包括：平面圖、正視圖、剖面圖、放大平面圖、詳圖、附表圖、示意圖、自行定義圖與 3D 視圖。

2.2.1.3. 第三航站區建設計畫

桃園國際機場第三航站區計畫（以下簡稱 T3 計畫），是政府推動航空城發展核心項目之一，其建設規模與投入資金為國內自十大建設以後，單一最大規模計畫。目前仍在建造中，預計 2025 年後才可能啟用。施作範圍道路部分包含飛機用滑行道、機場電車道、以及聯外道路等。



圖表 2-14 第三航站區建設鳥瞰示意圖

T3 專案的建築師來自臺灣、英國、香港，分散在世界各地。為了協同建立第三航廈的 3D 建築資訊模型，所有資料的共享、提交、發布、歸檔在同一個雲端環境，每兩周進行一次模型交換與整合，甚至連檔案命名、模型資訊的拆分、資料交換與管理、協同作業的流程，都得遵循同一套 BIM 設計規範。

優點

- 使不同團隊之間得以統合設計內容檔案，方便跨團隊溝通
- 建立 3D 模型，提早在動工前發現設計衝突

缺點

- 尚未習慣的設計單位需要花很多時間來理解與改變現行作業流程，頻繁與協作單位溝通，來建立起共同作業的標準。
- 採用人工看圖事後建立 3D 模型驗證的方式，設計圖與 3D 模型沒有聯動，溝通過程需要頻繁進行分別修改。

可借鏡之處：統合檔案格式，跨團隊溝通的部分。目前我們尚未深入考量過跨團隊溝通的方法與流程，僅做到能輸出通用格式的程度，但這卻會同時丟失其

中的屬性。雖然這點在 AutoCAD、Civil、Revit 之間也同樣會發生，依然是待解決的問題。

未來實施 BIM 應用在道路上的建議：使用相同的資訊自動生成 3D 模型與設計圖，解決人工分別修改設計圖與 3D 模型的重複工作，避免同步上的闕漏。統一檔案格式，確保所有屬性資料都能保留作用，減低跨團隊合中的溝通障礙。

總結

遭遇問題：

對於 BIM 知識不足：尚未習慣的設計單位需要花很多時間來理解與改變現行作業流程。

建模問題：人工看圖事後建立 3D 模型驗證的方式，設計圖與 3D 模型沒有聯動，溝通過程需要頻繁進行分別修改。

缺乏統一標準：缺乏 BIM 共同作業標準，使得業主頻繁與協作單位來回溝通。

對策：

BIM 知識不足：舉辦說明會議藉此提升對於 BIM 的基礎知識。

翻模問題：所有設計一開始就該從 BIM 3D 設計開始，再透過 3D 設計直接輸出對應之工程圖。

缺乏統一標準：可訂定 BIM 標準文件格式，由主管單位提出標準審核工具，並明訂各審核階段內容。

2.2.1.4. 上海北橫通道新建工程 BIM 案例

上海市北橫通道是中心城區北部東西向小客車專用通道，服務北部重點地區的中長距離交通要道，是三橫北線的擴容和補充。北橫通道西起北虹路，東至內江路，貫穿上海中心城區北部區域，全長 19.1 公里，是中國大陸國內目前規模最大的以地下道路為主體的城市主幹路，全線工程涉及盾構法隧道、高架道路、立交改造、明挖基坑、地面道路改擴建等內容，項目為政府投資項目，總投資額近 300 億。

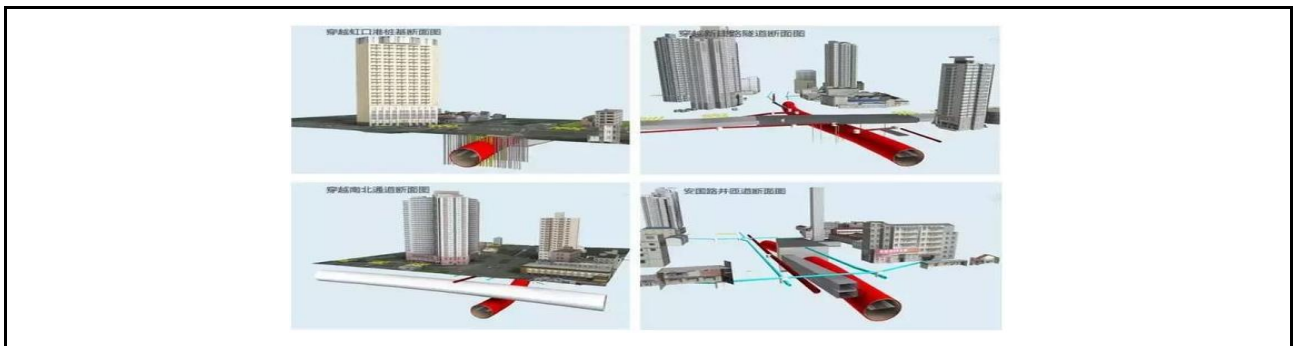


圖表 2-15 北橫通道工程效果圖

在項目管理以及方案規劃、設計、施工工程建設各個階段在不同程度上應用了 BIM 技術，獲得了較好的管理和 BIM 實施經驗與價值。BIM 技術點應用以下分為方案設計階段、初步設計階段、施工圖設計階段、施工準備階段、施工實施階段和裝配式應用等六個階段進行規劃。

(一)方案設計階段：

- 透過 BIM 進行模擬與分析
- 使用 BIM 產出輔助方案報告

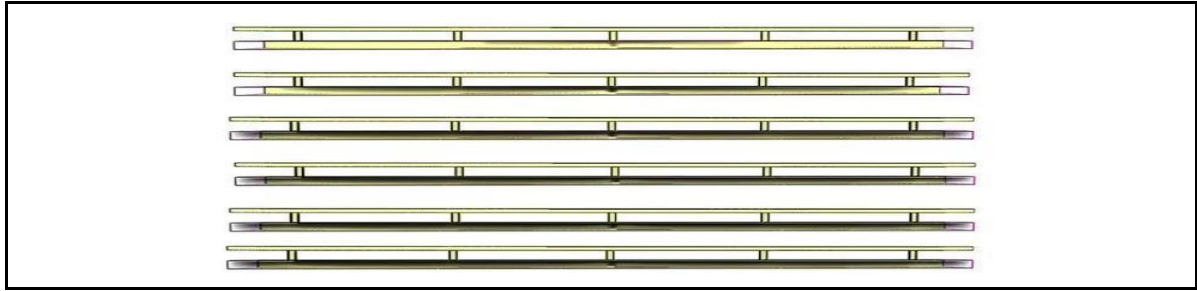


圖表 2-16 基於 BIM 設計方法展示

(二)初步設計階段：

- 性能模擬分析：(1)隧道煙氣擴散模擬(2)隧道內照明分析。

- 結構分析



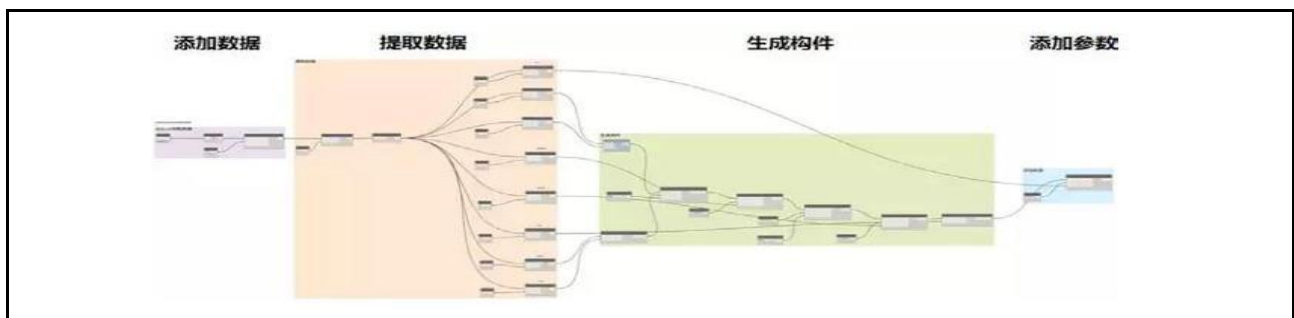
圖表 2-17 隧道煙氣擴散模擬



圖表 2-18 隧道內照明分析

(三)施工圖設計階段：

- 參數化建模：
 - 線形處理。
 - 構件製作。
 - 構件賦予信息。
 - 模型生成。
- 構件庫。
- 碰撞檢查。
- 駕駛艙模擬。



圖表 2-19 工具模塊流程圖

(四)施工準備階段：

- 交通組織模擬。

- 施工設施模型深化：
 - 自移動式龍門鋼模架。
 - 側牆模板行架。
- 施工方案模擬：
 - 拔樁施工方案模擬。
 - 圓隧道側牆清水混凝土施工方案模擬。

(六) 施工實施與裝配式應用階段：

- 深化設計。
- 預製構件生產。
- 預製結構拼裝。

上海北橫通道新建工程 BIM 案例對於 BIM 技術創新展望分為(一)增加關鍵技術研究：a. 多源異構模型融合，b. 大體量模型在線高速展現。(二)融入平台設計思維。(三)工程建設協同管理子系統：a. 進度管理，b. 質量管理，c. 風險管理。

總結

遭遇問題：

- 關鍵技術研究不足。
- 尚無多元異構模型融合方案。
- 巨大模型資訊無法順利展現問題。
- 缺乏統一規範平台思維。
- 缺乏協同管理系統。

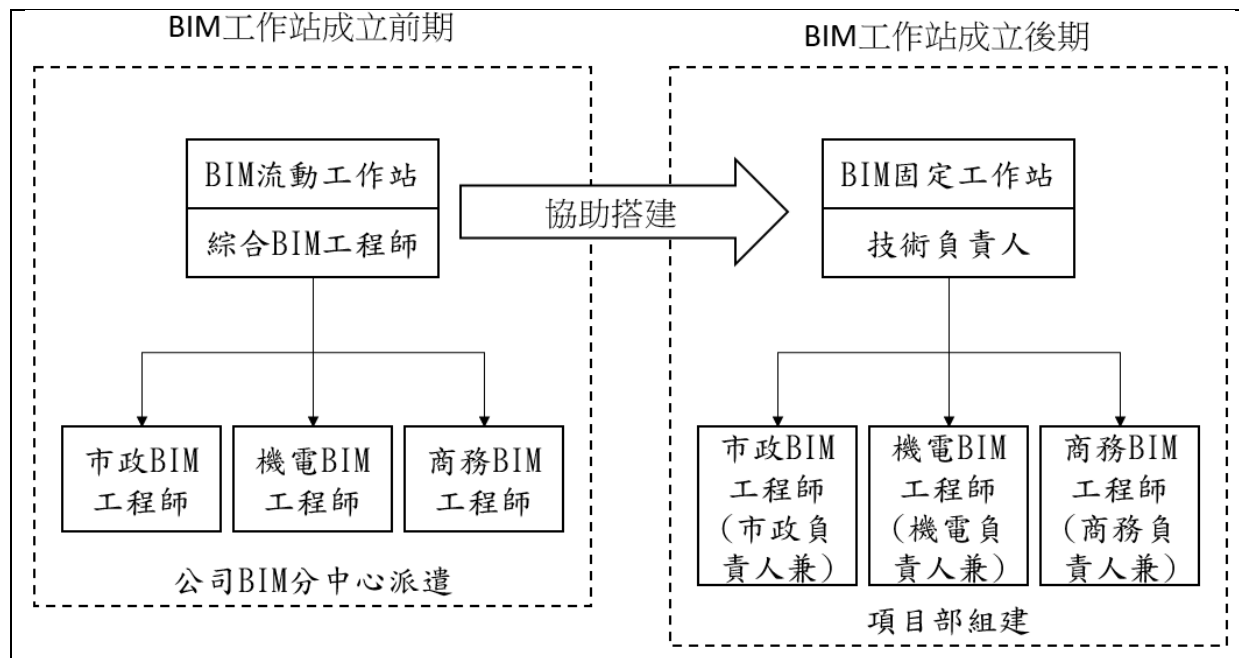
對策：

- 多元異構模型融合方案：可訂定全球通用模型檔案格式 obj 和 dae，克服不同軟體無法讀取問題。
- 巨大模型資訊順利展現：可公開通用 BIM 檢視工具，再利用全球通用格式 Json 將 LOD(細節層次)設定方式建立標準設定 SOP。將可克服硬體資源跟不上軟體資料量問題。
- 統一規範平台：建議可由主管機關統一 BIM 格式，並提供 BIM 標準檢視工具。建立 BIM 案件統一管理平台，進一步管理廠商繳交 BIM 案件資料。
- 協同管理系統：統一規範平台建立前提，所有專案資訊即可有效取得分配。將可提供其他偕同管理工具有效利用 BIM 資訊。

2.2.1.5. 2017 年湖南建工集團獲獎項目連載八：常德市金牛路項目 BIM 技術應用

本工程位於常德市北部新城西片區中軸線上，火車站正後方，基本呈南北走向，南起沾天湖南環路，北接環沾西路，全長 3418m。全程道路採用海綿城市專項設計，道路紅線寬度為 60m，設計時速 60Km/h，是常德市北部新城內重要主幹道。項目總投資約 2.04 億元。

BIM 應用內容



圖表 2-20 常德市工作站成立執行方式圖

1. 基於 BIM 的深化設計

根據以往工程經驗及經濟性原則，各專業進行設計討論確定管線放置原則，將修正後的各專業 CAD 圖紙帶入 Civil 3d 軟體工具中，執行地形、道路、管線等模型建立，藉此提高建立實體模型的效率。

- 本工程雨水管、污水管、電力管等管線因交錯佈置且較為複雜，我們使用 Civil 3d 管線功能進行建模，直接展示了管線網路的三維模型，並依據不同降雨量情況下模擬分析在管道內排水量，防止形成洪水問題。
- 由於道路修建過程將隔絕切斷了原有排水管道及涵管，為了保持主流和支流所流經區域的連續，排水順暢，在道路合理位置設置過水涵洞。為避免設計矛盾，因此使用 Civil 3D 軟件建立涵洞模型，並與原設計進行比對來避免施工上的誤差。

2. 基於 BIM 的管線碰撞檢測

在 Civil 3D 中完成道路雨水管、污水管、給水管、燃氣管和電力管等管線的建立後，形成的 Civil 3D 文件帶入到 Navisworks，實施碰撞檢測（共發現 49 處碰撞點），根據測試結果合理調整管線高程，直至實現零碰撞。透過碰撞測試主要解決以下兩種碰撞：

- 雨水管與給水管之間的碰撞。
- Civil 3D 雨、污水管道模型搭建。



圖表 2-21 雨水、污水管線衝突示意圖

3. 基於 BIM 的海綿城市應用

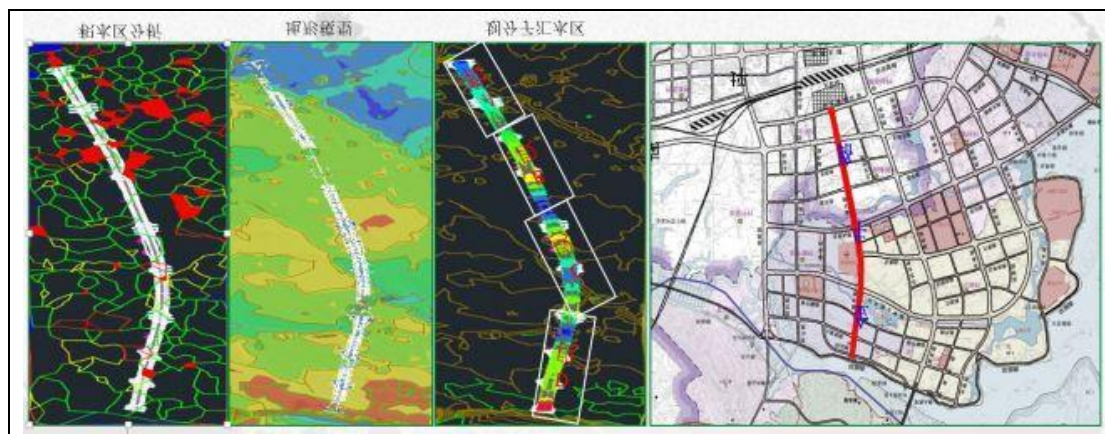
本工程海綿城市道路設計主要在於道路徑流雨水應通過有組織的匯流與運輸，經截污等預處理後引入道路紅線內、外綠地內，並利用設置在綠地內的雨水滲透、儲存、調節等主要功能來降低開發設施時所產生的影響。

(1) 雨量動態模擬

當降雨量較小低於控制目標，路面將排水採用生態排水的方式。當降雨量較大時超過兩年設計重現期雨量，甚至達到 30 年或者 50 年一遇的豪大降雨量時，雖短時內仍會有積水產生，通過一段時間的消受容納。在兩年重現期降雨期間通過下沉式綠地滯(蓄)洪、透水鋪面滲入雨水管理網路傳輸，在通過行洩洪通道疏導雨水，排入市政管線網中以及周邊環形水系統，最後匯流進入沾天湖水系統。總體仍滿足海綿城市設計指標要求。

(2) 徑流目標控制

創建道路地形模型(DTM)，在地形道路模型中藍色至紅色色階代表地勢高低，其中紅色為地勢最低處故為最容易積水部分，從而準確劃分子匯水區，也有助於劃分易積水區域及易蓄滯之區域，達到海綿城市徑流控制目標。



圖表 2-22 BIM 設計帶來優勢

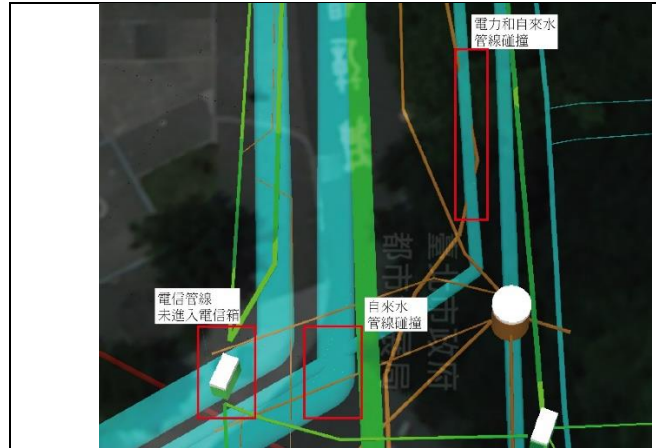
- 在施工之前依據設計單位提供的設計圖紙進行道路、地形、管線網路模型進行繪製，實施碰撞檢查和測試，及時發現和記錄工程圖紙問題並反映圖紙問題，提供優化工程設計建議，減少和避免了在施工階段可能存在的錯誤損失和反覆工程的可能性，提高施工質量、有效縮短工期。
- 在三維(3D)模型繪製後，利用 3D Max 軟體工具進行製作模擬施工以可視覺化的執行設計實景動畫，實現對施工管理人員施工全部過程三維(3D)可視覺化的施工規劃。使得施工人員充分的了解設計意圖與施工細節，避免出現反覆工程時可能遭遇的質量安全問題，從而高效率、有秩序的完成施工任務。
- 通過暴雨洪水管理模型(SWMM 模型)、Civil 3D 等工具模擬海綿城市在環境變化和應對自然災害等方面具有良好的「彈性」，下雨時吸水、蓄水、滲水、淨水，需要時將蓄存的水「釋放」並加以利用。進一步驗證低影響開發設施的效用以及有助於給排水專業的現場施工, 避免施工誤差等。
- BIM 商務工程師根據設計研究院提供的道路工程設計圖紙，以一個區段為例，利用 GMA(廣聯達) BIM 市政計算量測軟體工具完成了道路模型的建立，導出模型工程數量，再與工程項目管理組織(Organization Of Project Management)提供的工程量進行對比，大大提高了工程項目管理組織(Organization Of Project Management)的實際成本管控力量，並達到節約了成本的目標。

總結

遭遇問題：

GIS 管線規劃困難：

- 路面下的管線雖有 GIS 建置，但是雨水管、污水管、電力管等管線交錯佈置，造成與現況不符。
- 如何確保排水系統的連通和順暢，以及如何在道路合理位置設置過水涵洞等問題。



圖表 2-23 臺北市地下管線 3D-GIS 平台

對策：

針對於現今管線 GIS，建議能整合於 BIM 3D 實景設計規劃。原因如下：

- BIM 3D 實景設計帶有真實空間之地理高程資訊，當 GIS 資訊整合進來將可以依據整體高程變化進行深度規劃。
- 3D-GIS 常常發生管線碰撞與現實不符問題，透過 GIS 整合至 BIM 3D 實景規劃可由所有管線交接點開始控管對應管路走向。透過節點與管線資訊即可減低碰撞問題發生，也可以輕易檢測出碰撞事件。
- GIS 整合於 BIM 3D 實景即可取得所有管線集結點高程及走向資訊，便有機會對動態雨量模擬排水流向之模擬。

2.2.2. 比對近期實例與正確 BIM 施作優缺點

2.2.2.1. 當前設計規劃實例遭遇問題

規劃

- 傳統設計缺乏可視覺化所以不易與業主進行設計溝通，以及不易討論後續的施作規劃。(參考 2.2.1.1)
=>衍生問題：時間成本問題。
- 缺乏統一標準：缺乏 BIM 共同作業標準，使得業主頻繁與協作單位來回溝通。(參考 2.2.1.3)
=>衍生問題：時間成本、管理成本問題。

設計

- 傳統設計基於平面設計在施作時常發生設計衝突問題。(參考 2.2.1.2)
=>衍生問題：時間成本、人才成本問題。
- 翻模問題：人工看圖事後建立 3D 模型驗證的方式，設計圖與 3D 模型沒有聯動，溝通過程需要頻繁進行分別修改。(參考 2.2.1.3)
=>衍生問題：時間成本、人才成本問題。

施工

- 圖說輸出問題如同文獻[20]當今 BIM 設計都只在翻模，BIM 設計與最終輸出圖紙完全不相關。施作與設計溝通時呈現內容的資訊不符，造成施作不如預期。而拆除重作問題使得無法管理和經濟成本不易掌控。(參考 2.2.1.2)
=>衍生問題：時間成本、管理成本、經濟成本問題。
- GIS 管線規劃困難：(參考 2.2.1.5)
 - 路面下的管線雖有 GIS 建置，但是雨水管、污水管、電力管等管線交錯佈置，造成與現況不符。
 - 如何確保排水系統的連通和順暢，以及如何在道路合理位置設置過水涵洞等問題。
=>衍生問題：人才成本、時間成本、管理成本、經濟成本問題。

維護

- 對於 BIM 知識不足：尚未習慣的設計單位需要花很多時間來理解與改變現行作業流程。(參考 2.2.1.3)
=>衍生問題：人才成本、管理成本問題。
- 關鍵技術研究不足：(參考 2.2.1.4)

- 尚無多元異構模型融合方案。
 - 巨大模型資訊無法順利展現問題。
- =>衍生問題：人才成本、經濟成本、管理成本問題

- 缺乏統一規範平台思維(參考 2.2.1.4)

=>衍生問題：管理成本問題。

- 缺乏協同管理系統(參考 2.2.1.4)

=>衍生問題：管理成本問題。

	研調章節	時間成本	經濟成本	人才成本	管理成本
規劃	2.2.1.1	v			
	2.2.1.3	v			v
設計	2.2.1.2	v		v	
	2.2.1.3	v		v	
施工	2.2.1.2	v	v		v
	2.2.1.5	v	v	v	v
維護	2.2.1.3			v	v
	2.2.1.4		v	v	v

表格 2-1BIM 研究調查問題分類表

2.2.2.2. 正確 BIM 執行優勢

規劃階段

- 使用 BIM 進行設計規劃可視化模擬成果可快速提出陳述的選擇方案，透過整合空間、時間、資源、邊界條件等數據，提前討論並解決問題。可視化帶來下列優勢：(參考 2.2.1.1)
 - 可視化橫斷面：BIM 橫斷面可視化模擬成果，協助快速且有效與業主討論最佳解決方案。
 - 可視化公交通運輸站點佈置：達到公車運輸與其它交通方式之間最適當的銜接，減少交通方式轉換的時間損耗。
 - 可視化照明燈具比選：按照城市建設的需要，適度提高照度水平，並能遵循功能性、藝術性、環保節能、階段性和整體性，藉此達到道路照明和城市建設最佳的協調。
- BIM 3D 實景設計帶有真實空間之地理高程資訊，當 GIS 資訊整合進來將可以依據整體高程變化進行深度規劃。(參考 2.2.1.5)

設計階段

- 設計衝突問題：透過設計及施工過程中使用 BIM 技術，減少施工錯誤及設計衝突之發生機會，讓工程整合過程及現場施作更加有效率。為有效解決這個問題，BIM 技術服務即在「虛擬設計與施工」的概念，提前於電腦中檢核這些整合問題，並可預先提出解決方式，避免現場的問題產生。(參考 2.2.1.2)
- 圖說輸出：經由模型之建置，輔助設計與施工的圖說即可從所建置的 BIM 模型中提取，可提取的輔助圖說包括：平面圖、正視圖、剖面圖、放大平面圖、詳圖、附表圖、示意圖、自行定義圖與 3D 視圖。(參考 2.2.1.2)
- 翻模問題：所有設計一開始就該從 BIM 3D 設計開始，再透過 3D 設計直接輸出對應之工程圖。(參考 2.2.1.3)
- 3D-GIS 常常發生管線碰撞與現實不符問題，透過 GIS 整合至 BIM 3D 實景規劃可由所有管線交接點開始控管對應管路走向。透過節點與管線資訊即可減低碰撞問題發生，也可以輕易檢測出碰撞事件。(參考 2.2.1.5)
- GIS 整合於 BIM 3D 實景即可取得所有管線集結點高程及走向資訊，便有機會對動態雨量模擬排水流向之模擬。(參考 2.2.1.5)

施工階段

- 設計階段以直接模擬施工之方式及成果，傳統施作時發生衝突問題將不再

發生。

- 透過實景成果檢視直接於會議討論其施作可能性及各施作方式之成果，最後決議設計成果將與實際施竣工結果完全相符。

維護階段

- BIM 知識不足：舉辦說明會議藉此提升對於 BIM 的基礎知識。(參考 2.2.1.3)
- 缺乏統一標準：明定 BIM 標準文件格式，由主管單位提出標準審核工具，並明訂各審核階段內容。(參考 2.2.1.3)
- 多元異構模型融合方案：訂定全球通用模型檔案格式 obj 和 dae，克服不同軟體無法讀取問題。(參考 2.2.1.4)
- 巨大模型資訊順利展現：公開通用 BIM 檢視工具，再利用全球通用格式 JORN 將 LOD(細節層次)設定方式建立標準設定 SOP。將可克服硬體資源跟不上軟體資料量問題。(參考 2.2.1.4)
- 統一規範平台：建議由主管機關統一 BIM 格式，並提供 BIM 標準檢視工具。建立 BIM 案件統一管理平台，進一步管理廠商繳交 BIM 案件資料。(參考 2.2.1.4)
- 協同管理系統：統一規範平台建立前提，所有專案資訊即可有效取得分配。將可提供其他偕同管理工具有效利用 BIM 資訊。(參考 2.2.1.4)

2.2.3. 遭遇問題及改善對策

綜觀國內外多年來與現行推動 BIM 應用，可以歸納出下列滯礙推行 BIM 的問題：

● 時間成本：

- 設計階段：由 BIM 建立與運作會產生較傳統設計之工作增加，使得設計工作時間較傳統增加 50%~100%(隨工程複雜度不同)。
- 施工階段：施工前期須進行施工分階段規劃，故其 BIM 模型須具不同區塊不同階段之特性與設計，與設計時採整體建模性質不同。故施工單位對設計單位移交模型須進行修改模型或重新建模以符合施工管理需求，施工前期須有大量時間建模。

● 經濟成本：

- 無論設計或施工階段實施 BIM 都會產生持續性人力、軟硬設備額外成本、資訊相關專才(跨領域人才)人力，造成國內中型以下建築師事務所或施工廠商未積極引入實施之原因之一。

● 人才成本：

- BIM 建置工作人員須同時具備工項專業及資訊系統應用等雙重專長方可為之，目前工程專業人員對學習資訊系統(IT)學習普遍意願不高，而資訊人員無執行專業項目知識，故 BIM 人才稀少影響推展工作。
- BIM 從業人員不僅應掌握 BIM 工具和理念，還必須具有相應的工程專業或實踐背景，不僅要掌握一兩款 BIM 軟體，更重要的是能夠結合企業的實際需求制訂 BIM 應用規劃和方案，但這種複合型 BIM 人才在我國施工企業中相當匱乏。
- 工程人員不願學習資訊系統，資訊人員多無工程專業。若提供更容易學習使用的系統，便是提高使工程人員願意學習建模系統的誘因，也可能降低資訊人員投入工程業界的門檻。

● 管理成本：

- BIM 統合工具軟件缺少，目前市場上的 BIM 軟體很多，但大多用於設計和招投標階段，施工階段的應用軟體相對匱乏。大多數 BIM 軟體以滿足單項應用為主，整合性高的 BIM 應用系統較少，與項目管理系統的集成應用更是匱乏。此外，各軟體之間的數據集成和數據交互困難，也是阻礙 BIM 的應用與發展的原因之一。 [2]

- BIM 交付資料標準不完善(檔案命名準則、圖層命名準則，工作品類編碼等)，造成文件產出與管理成本偏高。

依據上述彙總之險阻項目，其中尤以工作增加之成本增加與人才難尋兩項因素，無疑是形成阻礙之主因！若能存在專業 BIM 代理團隊，進行諮詢、顧問、協作與整合服務等提供專注專業的全面性代理，發揮深耕孕育、培養和運作經驗傳承，以訴求降低工作量與成本為主軸，應期盼能改善 BIM 之全面應用性！

緩解此四大類問題的改善對策如下：

1. 由主管機關提供統一標準的 3D 可視化檢視工具。
2. 提供公開透明且統一規範的 BIM 標準格式。
3. 協助傳統設計師轉換其錯誤的設計流程。
4. 驗證工程圖說與 BIM 設計內容是否相符。
5. 補足承辦單位對 BIM 的知識。
6. 建議建立 BIM 管理平台，統一管理繳交檔案及格式。
7. 提供 BIM 協同管理系統將專案資訊有效分配。

2.2.4. 協辦 BIM 推動策略成果

前章提及的善對策中「3D 可視化檢視工具」和「公開透明的 BIM 標準格式」已於本案件提供解決方案並於章節 2.2.4.1、章節 2.2.4.2 和章節 2.2.4.4 進行簡述。至於正確 BIM 知識的宣導，與本計畫推行期間也陸續進行宣導參照章節 2.2.4.3，至於後續所需 BIM 知識推導的教育訓練、統一管理平台 and 協同管理系統則建議參考章節 2.6.3 組成 BIM 代理團隊協助營建署進行後續的推動。

2.2.4.1. 資料格式訂定

於營建署 109 年 10 月 14 日「提升道路品質計畫 2.0 提案原則說明會」公告 BIM 設計統一資料格式，並於 110 年 5 月 11 日於營建署會議和 110 年 6 月 4 日與營建署進行線上討論會議共同建立自主檢查表檢核項目，自主檢查表共分為初、中、高階三個 BIM 設計層級，藉此協助基礎執行單位和引導承包商有標準可遵循，檢查表規範內容見表格 2-2、表格 2-3 和表格 2-4。

繳交檔案格式分為兩個類別：

- 由已制定完整 JSON 格式以及附檔組成的 BIM 資料提交格式。資料格式細節參見附件「JSON 說明文件.pdf」。
 - ☒ 完整 BIM 資料 (JSON)，含實景模型與各項屬性
- 考量現今業界 BIM 設計執行難度，允許提交簡化版資料格式。
 - ☒ 3D 實景模型 (OBJ 或 DAE 檔) (附加地理資訊檔案 metadata.xml)
 - ☒ 屬性資料 (ods)

自主檢查表三階段如下：

(一)初階主要推行目標為統一規範 BIM 道路工程繳交資料準則，所有繳交 BIM 資料內容之讀取將不受限於特定廠商工具之限制問題，並能以明碼方式以利工程案件資料達到永久保存及讀取之目標，因此明訂案件審核方向。

BIM 自主檢查表(初階)		
INDEX	DESCRIPTION	CHECK
1	BIM 設計後實景模型+設計內容(JSON or OBJ or DAE)。	
2	地理資訊 metadata.xml。	
3	BIM 實景內容提供等比例尺寸量測。	
4	BIM 設計內容提供等比例尺寸量測。	
5	審查時檢視地理座標。	
6	依照公告電腦規格如無法開啟 BIM 實景模型案件要提供(LoD)等優化方案。(備註項目)	
7	查看工程專案資訊。	
8	BIM 自主檢核影片或照片，內容包含以上 1 至 5 項。	
9	BIM 自主檢核影片。	

表格 2-2 (初階)自主檢查表

(二)中階主要推行目標，為達到更完善設計資訊呈現，屬性資料內容包含材料、即時估價、提升效能之 LOD 設計內容、里程碑號和設計前後切換功能，目前台科大團隊已提供 JSON 內容文件，並會持續協助維護文件與檢視工具的完整性。

BIM 自主檢查表(中階)		
INDEX	DESCRIPTION	CHECK
1	初階所有內容。	
2	BIM 設計前實景模型(OBJ or DAE)。	
3	設計內容屬性資料。	
4	設計內容數量估計。	
5	設計內容 LOD 資料。	
6	查看道路里程碑號。	
7	原始／設計後原地切換。	
8	BIM 自主檢核影片或照片，內容包含以上 1 至 7 項。	

表格 2-3 (中階)自主檢查表

(三)高階主要推行目標，因應 BIM 道路工程資料數位化，希望審核階段脫鈎紙本使用資源浪費問題和克服以往評審委員需花費時間翻找工程圖紙問題。為了達到審查會議更高的執行目的，高階目標將達到 BIM 設計模型直接檢視剖面預覽、剖面工程圖、等高線設計材料更換，使得審查會議時也能善用 BIM 工程設計之優勢，協助讓評審委員能於會議中充分發揮所長，使工程案件更完善。

BIM 自主檢查表(高階)		
INDEX	DESCRIPTION	CHECK
1	中階所有內容。	
2	剖面預覽。	
3	剖面工程圖。	
4	變換材質。	
5	等高線呈現功能。	
6	BIM 自主檢核影片或照片，內容包含以上 1 至 5 項。	

表格 2-4(高階)自主檢查表

考量現今業界 BIM 設計執行難度，已協助營建署建立屬性資料表 ods。屬性資料表撰寫將設計施作素材分為點、線、面等三個施作類別，屬性內請參閱圖表 2-24。

類別	項目名稱	編號	材料	容許坡度	容許角度	規格 (長、寬、高)	單價	計價單位
點		V	V	X	X	V	V	V
	喬木							
	公用設施							
	街道家俱							
	其他							
	排水設施							
	人手孔							
線		V	V	V	V	V	V	V
	欄杆							
	圍牆							
	共同管溝							
	分隔島							
面		V	V	X	X	V	V	V
	實體人行道鋪面							
	植栽帶							
	停車彎							
	標線型人行道							
	道路鋪面							
	無障礙坡道							
	自行車道							
	標線							

設計階段屬性資料表

類別	項目名稱	編號	材料	容許坡度	容許角度	規格 (長、寬、高)	單價	計價單位	廠商	電話
點		V	V	X	X	V	V	V	V	V
	喬木									
	公用設施									
	街道家俱									
	其他									
	排水設施									
	人手孔									
線		V	V	V	V	V	V	V	V	V
	欄杆									
	圍牆									
	共同管溝									
	分隔島									
面		V	V	X	X	V	V	V	V	V
	實體人行道鋪面									
	植栽帶									
	停車彎									
	標線型人行道									
	道路鋪面									
	無障礙坡道									
	自行車道									
	標線									

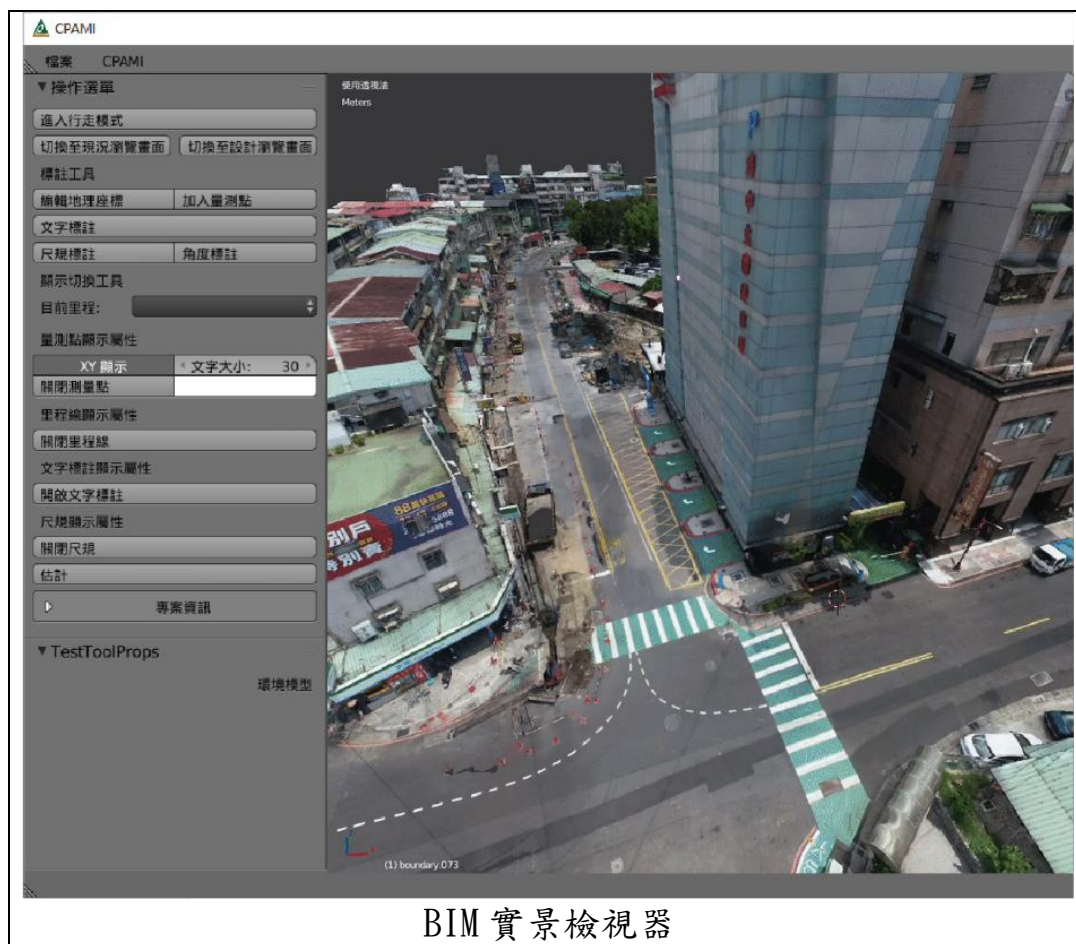
竣工階段屬性資料表

屬性 物件類型：點物件 項目名稱：喬木 編號：PV-PO3213 材料：樹 規格：長 16.5 m，寬 0.1 m，高 1.015 m 單價：6325 台幣 計價單位：棵	屬性 物件類型：線物件 項目名稱：欄杆 編號：LF-IF84632 材料：木杆、木欄 容許坡度：(0.5%, 1.5%) 容許角度：[(-1°, 1°), (89°, 91°), (179°, 181°)] 規格：長 16.5 m，寬 0.1 m，高 1.015 m 單價：6325 台幣 計價單位：組
屬性 物件類型：面物件 項目名稱：圖騰甲 編號：Tile01 材料：高壓水泥磚、導盲磚 規格：長 3*0.3 m，寬 3*0.3 m，高 0.03 m 單價：6325 台幣 計價單位：組	屬性 物件類型：面物件 項目名稱：水泥厚五公分 編號：Silicon-5cm 材料：水泥 規格：長 1 m，寬 1 m，高 0.05 m 單價：6325 台幣 計價單位：平方公尺

圖表 2-24 屬性資料 ods 範例

2.2.4.2. 標準 3D 可視化檢視工具

依據章節 2.2.4.1 公開之 BIM 標準格式 JSON、OBJ 和 DAE，本團隊協助建置標準 3D 可視覺化檢視工具 CPAMI.exe。於 110/1/15 於台灣科技大學資工系電腦教室向全國各縣市承辦人員進行教育訓練(參考章節 2.2.4.4)，會議並協助營建署公開可視覺化檢視工具以及檢視器操作手冊。



圖表 2-25 CPAMI 標準 3D 實景檢視器

本系統對於實景模型和設計內容模型，提供高解析度檢視，為了克服模型資料龐大而引發系統記憶體不足問題，帶入 LOD 的資料處理技術。因此達到大部分的電腦系統皆能順利檢視 BIM 實景設計內容，本檢視工具提供之功能資訊如下：

- 讀取檔案：DAE、OBJ 和 JSON
- 檢視方式：
 - 上帝視角模式。
 - 行走模式。
- 檢視內容：
 - 原始環境瀏覽。

- 設計內容瀏覽。
- 量測功能：
 - 加入量測點。
 - 尺規功能。
- 輔助功能
 - 文字標註。
 - 里程功能。
 - 屬性資料檢視。
 - 工程材料數量估算。
 - 工程專案資訊。

2.2.4.3. BIM 示範案例宣導活動辦理

2.2.4.3.1. 全國土木技師公會召開研討會

於 109 年 9 月 19 日全台灣土木技師公會召開研討會並與相關業者討論 BIM 在道路工程上的應用與政策。議題有「BIM 於土木、景觀設計、輔助監造之應用」與「BIM 用於道路建設及人行環境建置之研究、案例分析」。

會後與土木技師針對會議討論議題如下：

- 空拍建模

- 空拍轉 3D 模型有什麼需求和條件。
- 空拍機 3D 建模有什麼所需的先期技術條件。
- 部分空拍機建出來的模型以前都只有點雲，沒有貼圖與面，要如何才能達到含有貼圖與面的實景模型。
- 空拍機建模精確度可以達到多少。

- 量測問題

- 現今業界不熟悉空拍建模的廠商建出來模型只有點雲資料無法進行量測資訊。重建後的模型台科大如何進行量測的。
- 土木工程界的進行精準度的檢測驗證。
- BIM 模型透過精確度檢驗，將減少現場勘查的次數。

- 設計問題

- BIM 的執行如何由設計端延續到營造端。
- 設計內容如何達到精確度驗算，材料的管理。

- 成本估算問題

- 鋼筋的計算，剖面連動的問題。
- BIM 建置軟硬體問成本，價格的建議。將來是否有與台科團隊的合作機會。
- BIM 設計實體鋼筋的剖面如何產生。
- 如何達到剖面設計實體的互動。

- 系統要求

- BIM 軟體使用的硬體建構規格和價格建議。
- BIM 軟體建構成本，將來是否有合作的機會。

- 未來需求

- 素材工具是否有機會與 ERB(僱員再培訓局)系統溝通。
- 將來是否有機會帶入地下管線，以及地下管線剖面的問題(鋼筋管線)。
- 將來希望整合管線資料。
- 管溝工程的計畫。

- 政策面需求

- 景觀工程，希望主管機關能定時檢查 BIM 的執行。關於 BIM 案件設計是專業技術需求希望能以限制性招標，不再只追求最低標。
- 法令上的推動，營造方的接軌。由設計、監造開始，縮短設計時間和達到零誤差的目標。
- 可由營建署訂定標準，讓廠商們依循。

問題回覆

● 空拍建模回覆：

- 空拍工作在業界有專業的公司單位可以幫忙做，自學將會增加許多學習成本。空拍後的資料只需利用業界普遍的 3D 重建軟體即可建初實景模型。
- 傳統空拍只看的見點雲而無貼圖與面，台科團隊的成果是由內部人員開發有兩年的技術，做了很多針對痛點的技術研發。並將重建後模型精度提升。

● 量測問題回覆：

- 現今 3D 重建軟體已能生成有材質之實景模型，這些模型帶有地理資訊即可透過 BIM 檢視工具進行量測。
- 台科團隊重建後模型精度提升，並已委託第三方驗證單位協助的驗證其精確度，就最寬鬆的情況來講也有 1.3 cm。
- 精確實景模型只需去現地空拍一次取得所需照片資訊，後續即可透過實景模型進行量測減少現場勘查人力的耗費。

● 設計問題和成本估算問題回覆：

- BIM 設計資料以標準格式留存，設計端可直接延續到營造端，重複設計(人力、時間問題)將不再發生。
- 等比例素材精確配置，所有材料和損料估算即為實際用量，因此材料管理及時且精確。
- 與以傳統設計不同針對實景物件進行剖面，剖面素材即連動剖面結果。

● 系統要求回覆：

- 該軟體的硬體需求是 70K 的硬體可以達到軟體的運作需求。
- 現階段先不談錢，歡迎各位先進前來合作和回饋。

BIM執行軟體									
重建 實景模	實景建模軟體 (NT)	ContextCapture	Pix4D						
		\$94,298	\$97,300						
減面軟體	減面軟體	Polygon Cruncher							
		\$16,652							
BIM設計 建模	設計建模軟體 (NT)	SketchUp	Blender	Revit	CIVIL 3D	3DS MAX	MAYA		
		\$16,000	\$0	\$53,932	\$51,430	\$36,001	\$36,001		
工程圖 整理	施工圖說 (NT)	AUTOCAD							
		\$44,202							
數量估算	數量計算表 (NT)	PCCES	Excel	Google表單	Windows 記事本	Notepad++			
		\$0	\$2,880	\$0	\$0	\$0			
BIM 標準格式	BIM標準格式 (NT)	JSON							
		\$0							
BIM 設計檢視	BIM檢視工具 (NT)	CAPMI	Microsoft 3DViewer	Blender	SketchUp	Revit	CIVIL 3D	3DS MAX	MAYA
		\$0	0	\$0	\$16,000	\$53,932	\$51,430	\$36,001	\$36,001

軟體建置費用

原價屋線上估價清單

估於2021年11月15日 10:37

產 品 名 稱	數量	小計
AMD R7 5800X【8核/16緒】3.8G(↑4.7G)105W/32M/7nm 原生PCIe4.0, \$13170 ★	1	13170
華碩 TUF GAMING X570-PLUS(ATX/1H1P/6層板/註五年)12+2供電、獨家專案價! , \$5290 ◆ ★ 熱賣 ↓任搭290↓	1	5290
芝奇 G.SKILL Ripjaws V 16G*2 D4-4000 CL18 黑 F4-4000C18D-32GVK終保, \$4590 ◆ ★	1	4590
UMAX M1300 1TB/Gen4 PCIe*4 2280/讀:5000M/寫:4400M【五年】奈米碳鍍銅箔散熱片, \$4499↘\$3999 ◆ ★ 熱賣	1	3999
WD 2TB【藍標】(256M/7200轉/三年保)(WD20EZBX), \$1780 ◆ ★	1	1780
貓頭鷹 NH-U12S TR4-SP3 /5導管/NF-F12 PWM風扇/六年保/高15.8【Y】, \$2660 ◆ ★	1	2660
微星 RTX3060 VENTUS 2X 12G OC(1807MHz/23.5cm/鎖算力)*單張限組裝, \$13900 ◆ ★	1	13900
Fractal Design Define 7 Compact TG 黑/淺色玻璃/顯卡長34/U高16.9/ATX(DEF7C-03), \$3990 ◆ ★	1	3990
海盜船 RM750(750W) 白色 參8/金牌/全模組/2021新版/10年保固(CP-9020231), \$3990 ◆ ★	1	3990

原價屋

價格透明・快速方便! (市)電腦・筆電・平板・手機・家電 www.coolpc.com.tw

TDP耗電357瓦 含稅 現金價: 53369 優惠省 290 現金優惠價: 53079

硬體建置費用

圖表 2-26BIM 軟體和硬體建置費

● 未來需求回覆：

■ 將來會規劃整合管線資料，(自來水、電線)預計設定共同管溝。以 BIM 為共同語言。

■ ERB 當然會做，但是現階段會先以利基的原則做能夠做的部分。

● 政策面需求回覆：對於 BIM 推行營建署希望將來達到材料身分識別、紀錄，藉此達到循環經濟的目標。對於廠商提問項目後續將會以研擬適當的配套措施，並發布明確執行方式以提供給業界。

活動照片



圖表 2-27 全國土木技師公會 109/9/19 會議照片

2.2.4.3.2. 提升道路品質計畫 2.0 提案原則說明會

109/10/14 協助營建署於全國承辦單位會議題目「提升道路品質計畫 2.0 提案原則說明會」，宣告將於前瞻計畫 2.0 推行市區道路 BIM 之應用。會議課程內容「淺談市區道路導入 BIM 應用」相關聯結見 [7]

會中討論議題如下：

- 空拍限制問題
- BIM 檢視工具
 - 統一的 BIM 檢視工具何時會提供。
 - 是否針對 BIM 檢視工具舉辦教育訓練。
 - 大部分廠商遭遇屬性資料問題如何克服。
- 政策面問題
 - 營建署計畫如何推行

問題回覆：

- 空拍限制問題回覆：離島因飛航限制問題，請向相對機關單位申請即可執行。
- BIM 檢視工具回覆：
 - BIM 檢視器預計 110 年 1 月提供，並於同時辦理教育訓練。
 - 屬性資料問題，台科大團隊將整理 JSON 標準規範，以提供廠商自行填寫。
 - BIM 檢視器預計提供之功能有：行走模式，尺規功能(長度，角度等功能)，讀取屬性資料功能(廠商提供 JSON)，里程顯示(廠商提供 JSON)
- 政策面問題回覆：
 - 將於基礎建設 2.0 帶入 BIM。
 - 規劃 BIM 的執行計畫書架構，明訂 2,500 萬以上人行案件繳交資料內容。

- BIM 執行補助將以騎樓整平優先。補助將分為設計、監造兩階段並分兩筆費用。
- 已申請到的不會阻擋，以公告開始強制規範。



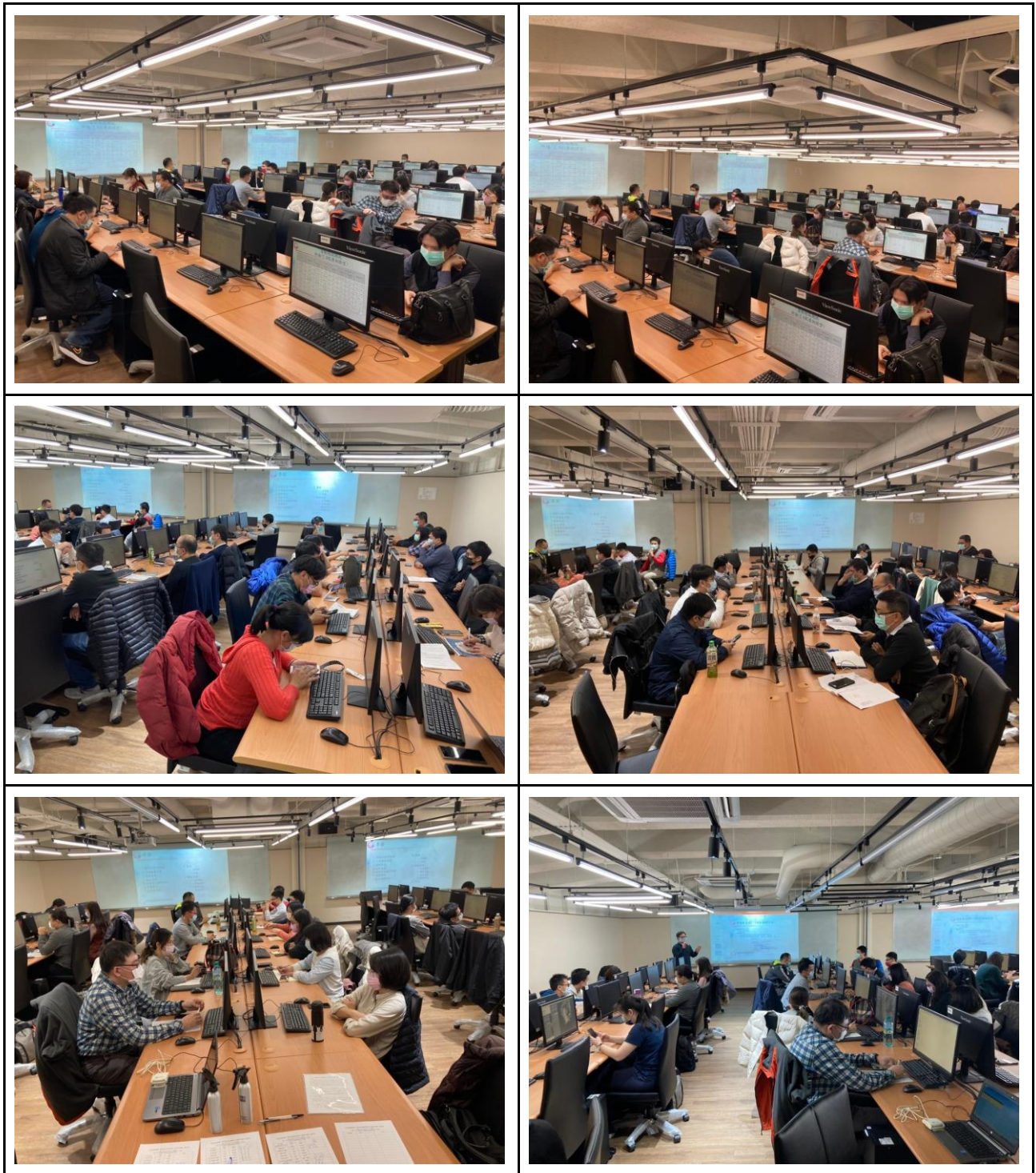


圖表 2-28 協助營建署於 109/10/14 全國承辦單位會議照片

2.2.4.4. 教育訓練辦理

110/1/15 協助營建署於台科大資工系電腦教室進行「BIM 設計審查種子人員培育訓練課程」，相關連結見 [8]。

課程照片：



圖表 2-29 BIM 設計審查種子人員培育訓練課程 110/01/15 課程照片

2.3. 配合營建署指定之生活圈或人本道路或提升道路品質計畫路段辦理 BIM 試辦案例

已完成配合營建署指定之生活圈或人本道路或提升道路品質計畫路段辦理 BIM 試辦案例（3 案）採 CAD、SketchUP、PS 或其他專業 3D 繪圖軟體進行圖面模擬及模型建置。執行三組試辦案例，以新訂之 BIM 資料格式標準輸出，並透過 3D 實景模擬檢視傳統設計，確認其發生論述市區道路 BIM 應用之必要性中談到的傳統設計之問題，體現應用 BIM 的價值。

2.3.1. 案例一：新北林家花園

- 成果：☒ 完整 BIM 資料（JSON）

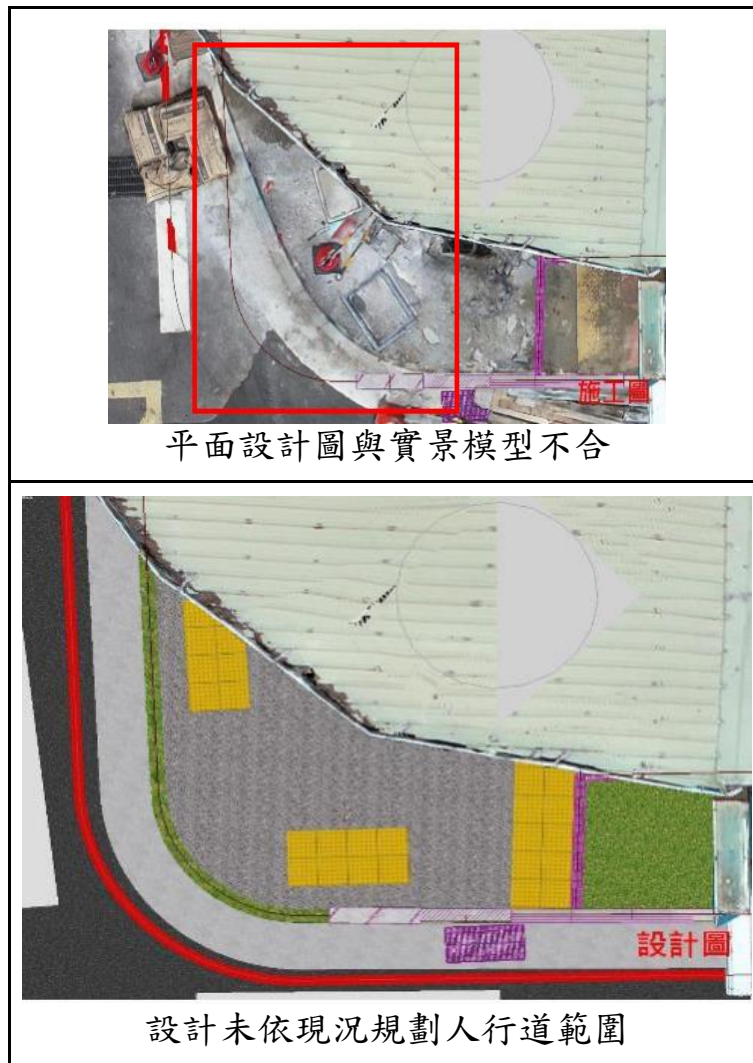
本團隊接觸新北林家花園案件時已在施工階段，BIM 實景重建資料內容包含了半側已完成施作之道路訊息。藉有此機會透過 3D 實景模擬與傳統審核方式定稿之設計圖直接合併檢視，因此發現眾多傳統設計缺失之問題。藉此驗證 BIM 帶入市區道路設計之應用，確實能於施作前提早發現設計不足之問題，並提出更好的解決方案。

- 發現問題：

- 設計與施作不符。
- 臨時變更設計，設計變更時間不足。發生跳過設計變更直接更改設計問題，導致設計圖與施作結果不符。
- 傳統測量方式因量測資訊不精確造成設計內容錯誤。

I. 設計與施作不符：

- A. 問題：起源於現場測量疏失，造成最後設計與施作不符問題發生。
- B. BIM 方案：透過 BIM 實景設計可強化現地測量的準確度，避免現場勘查時間、人力的浪費，並避免人為疏失的發生。



圖表 2-30 傳統設計方式，無 3D 實景輔助，設計圖規劃內容忽略實際現況。路口路形與設計內容不符

II. 臨時變更設計，設計變更時間不足。發生跳過設計變更直接更改設計問題，導致設計圖與施作結果不符。

A. 問題：廣場鋪面實際施作與設計內容不符。

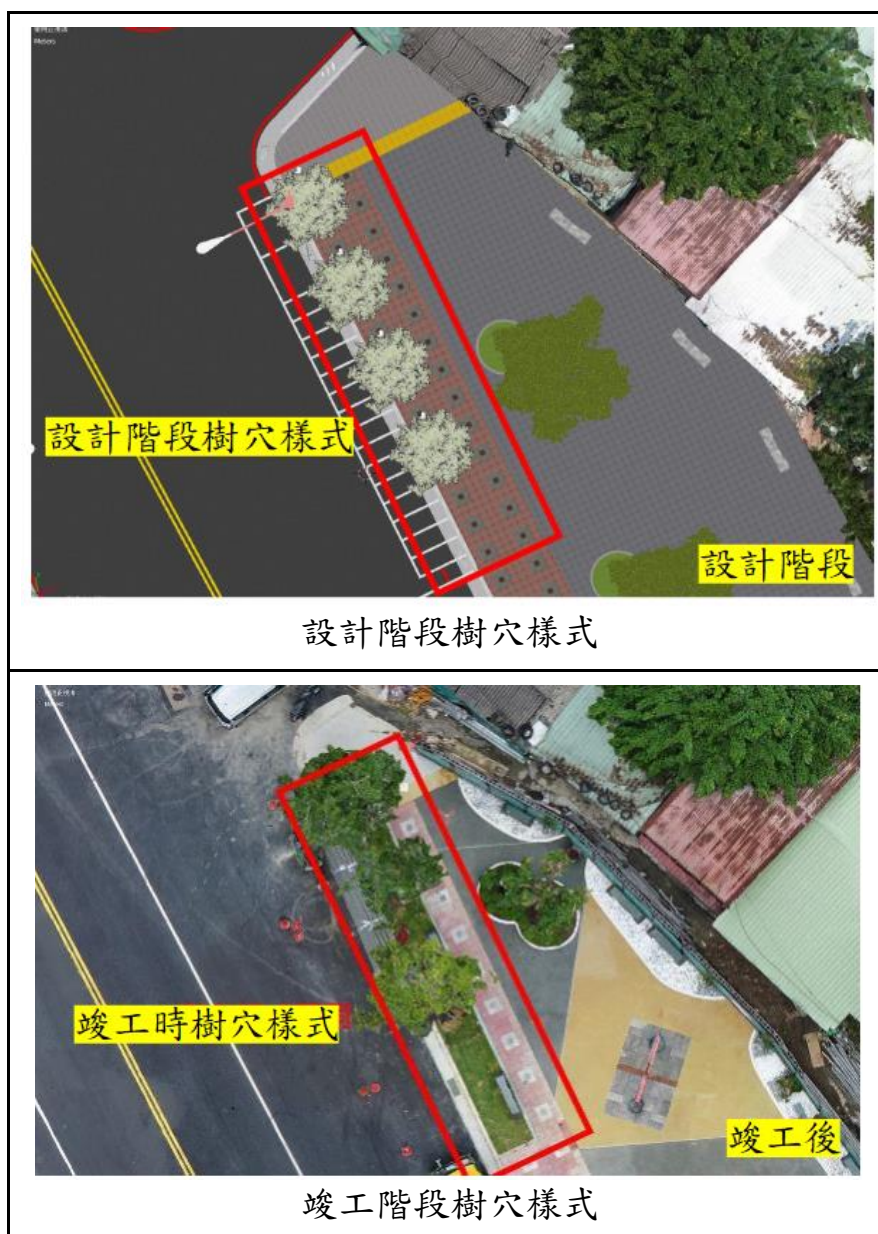
BIM 方案：透過 BIM 實景設計於施工前先與居民透過 3D 視覺進行說明會的討論，將減低施作時臨時變更設計狀況。就算需要變更設計 BIM 實景設計也能減少設計變更所需時間。



圖表 2-31 傳統設計方式，竣工階段變更設計，設計圖變更與審圖階段被直接忽略。廣場鋪面實際施作與設計內容不符

B. 問題：樹穴樣式與設計內容不符。

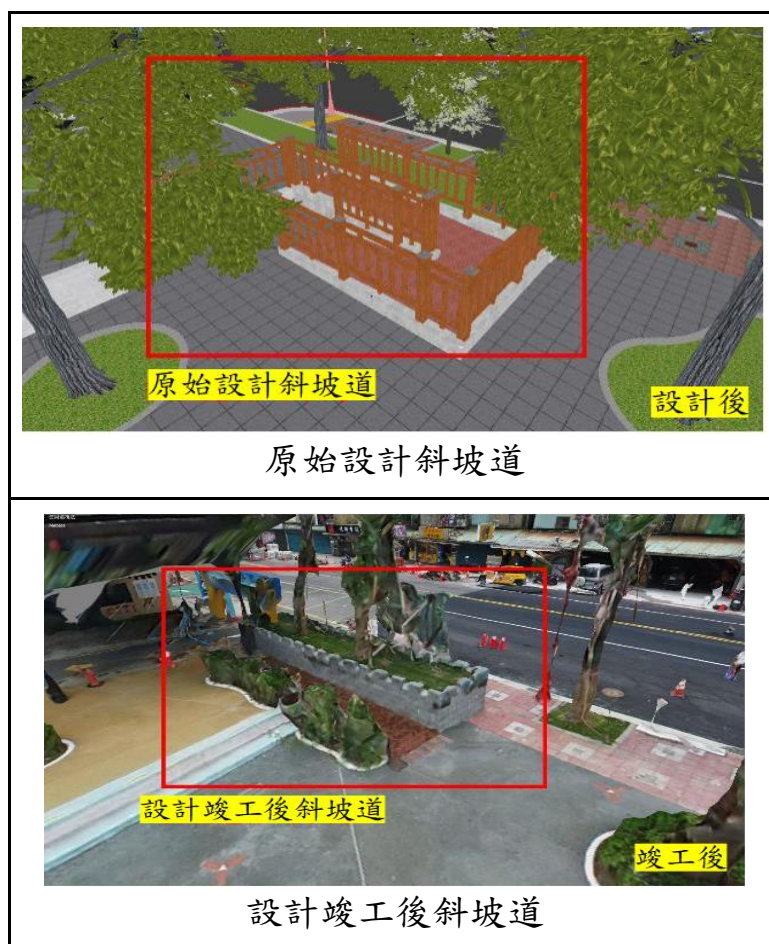
BIM 方案：透過 BIM 實景設計於施工前先與居民透過 3D 視覺進行說明會的討論，將減低施作時臨時變更設計狀況。就算需要變更設計 BIM 實景設計也能減少設計變更所需時間。



圖表 2-32 傳統設計方式，竣工階段變更設計，設計圖變更與審圖階段被直接忽略。樹穴樣式與設計內容不符

C. 問題：無障礙坡道與設計內容不符。

BIM 方案：透過 BIM 實景設計於施做前先與居民透過 3D 視覺進行說明會的討論，將減低施作時臨時變更設計狀況。就算需要變更設計 BIM 實景設計也能減少設計變更所需時間。

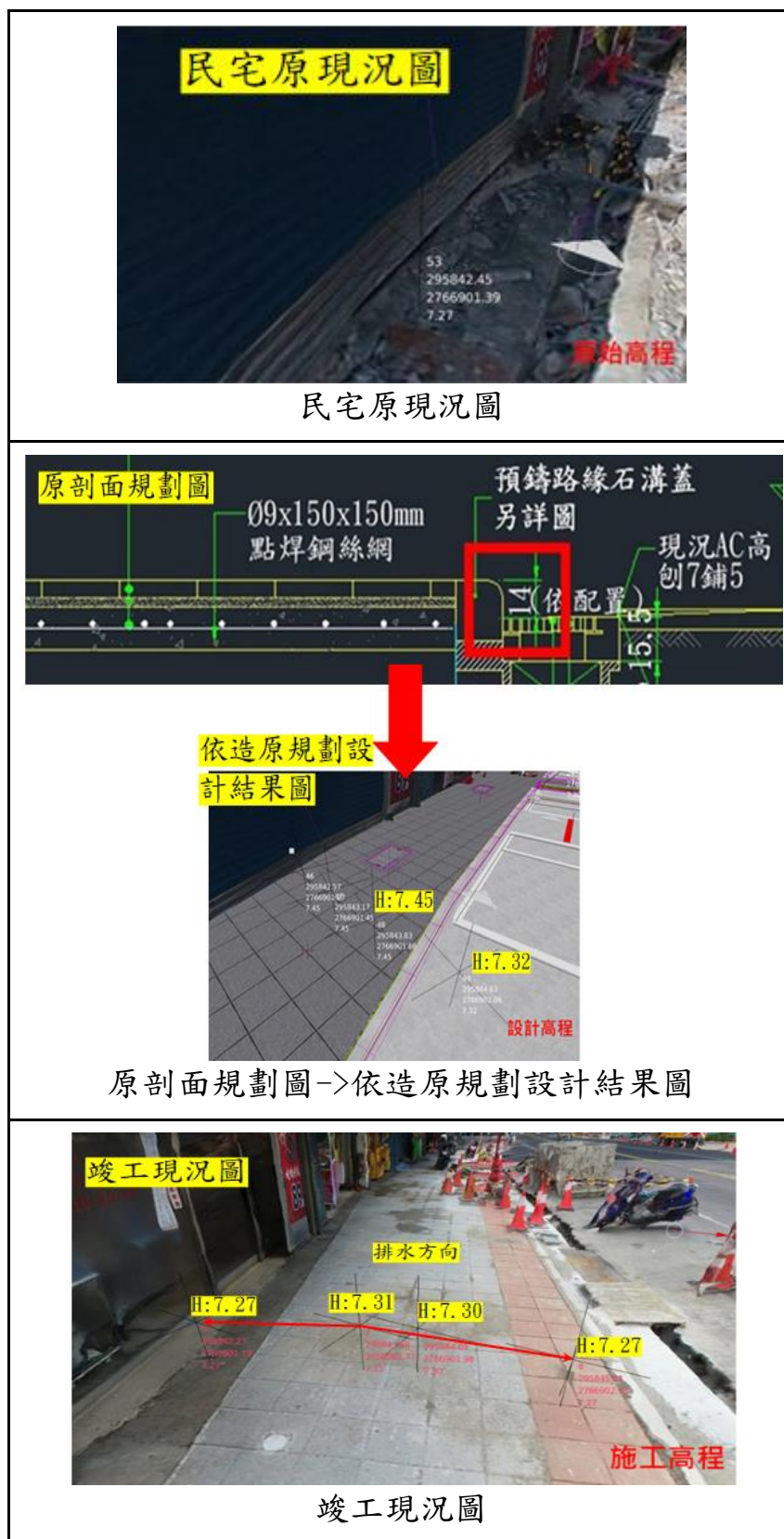


圖表 2-33 傳統設計方式，竣工階段變更設計發生殘障坡道與設計內容不符

III. 傳統測量方式因量測資訊不精確造成設計內容錯誤

A. 問題：傳統測量方式因量測資訊不精確造成設計內容錯誤。

BIM 方案：透過 BIM 實景設計輔助，可針對設計過程中高程變化，提早發現並及時討論解決方案。



圖表 2-34 傳統設計竣工時發現高程規劃錯誤問題洩水方向錯誤被引入民宅問題

2.3.2. 案例二：汐止康寧街 747 號到 541 巷

- 成果：☒完整 BIM 資料 (JSON)

本團隊接觸汐止康寧街案件尚於設計圖討論階段，實景模型也還是原始現況。於實景模型確實可以清楚列出原工程案件施作之目標問題，並透過 3D 實景模型輔助量測圖和設計圖進行設計檢驗及模擬。提早於施作前發現問題，並對工程案件作最佳的設計建議。

- 案例二設計內容涵蓋道路拓寬，與民宅歸還侵占公有土地範圍。發現衝突有
 - 水溝蓋範圍錯誤。
 - 設計區域地面與民宅路面落差過大問題。
- 發現問題：
 - 量測問題：水溝區域不精確，造成路面重鋪範圍計算錯誤問題。
 - 缺乏 3D 實景輔助原始設計範圍直接侵占私人土地問題。
 - 原設計內容高程問題未列入考慮，使得設計結果與原始路面高程落差太大銜接區域交代不清問題。

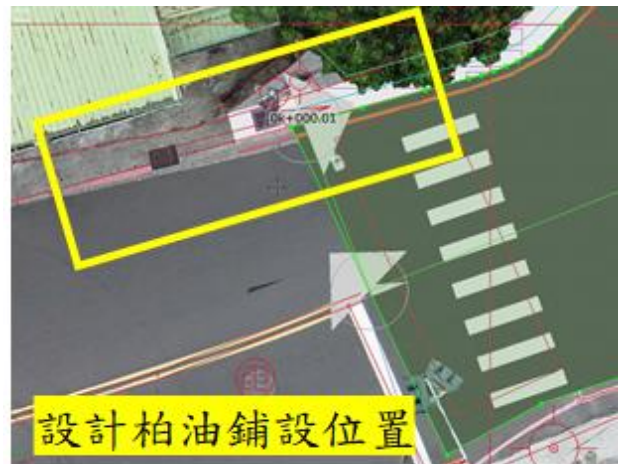
I. 量測問題：

- A. 問題：水溝區域不精確，造成路面重鋪範圍計算錯誤問題。

BIM 方案：透過 BIM 實景輔助可減低描繪量測圖時人為失誤的問題，如真的不小心失誤也能於設計時立即被發現到，避免誤設計內容被誤導問題發生。



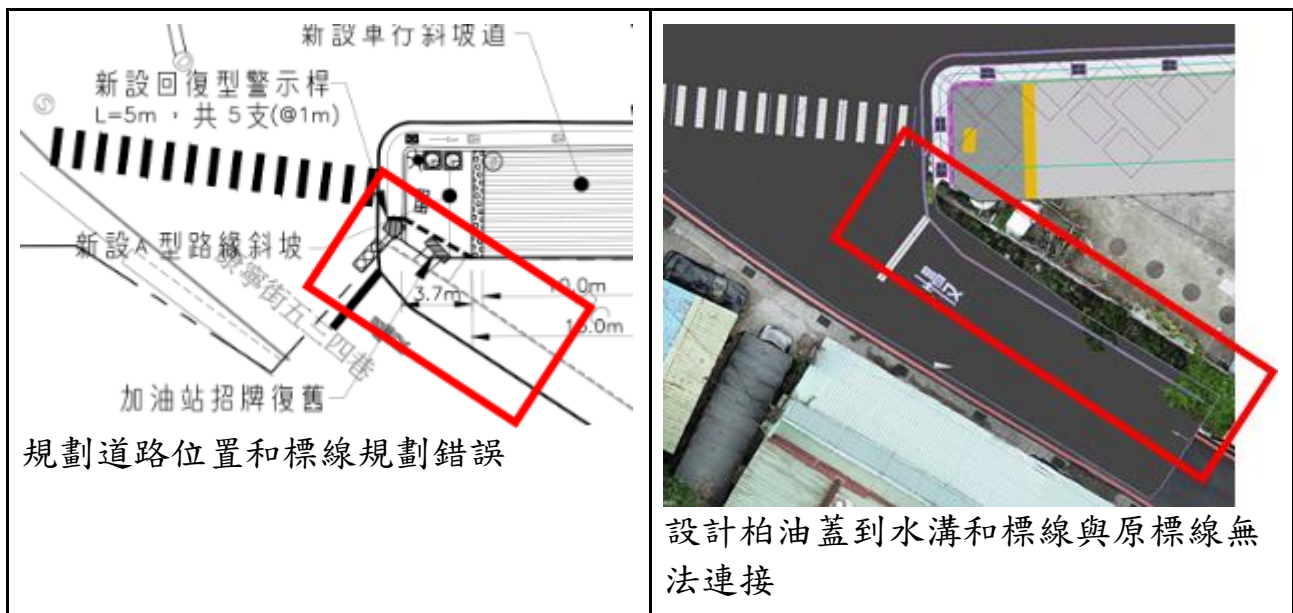
量測水溝位置錯誤



設計柏油鋪設位置

圖表 2-35 發現量測圖水溝區域不精確問題

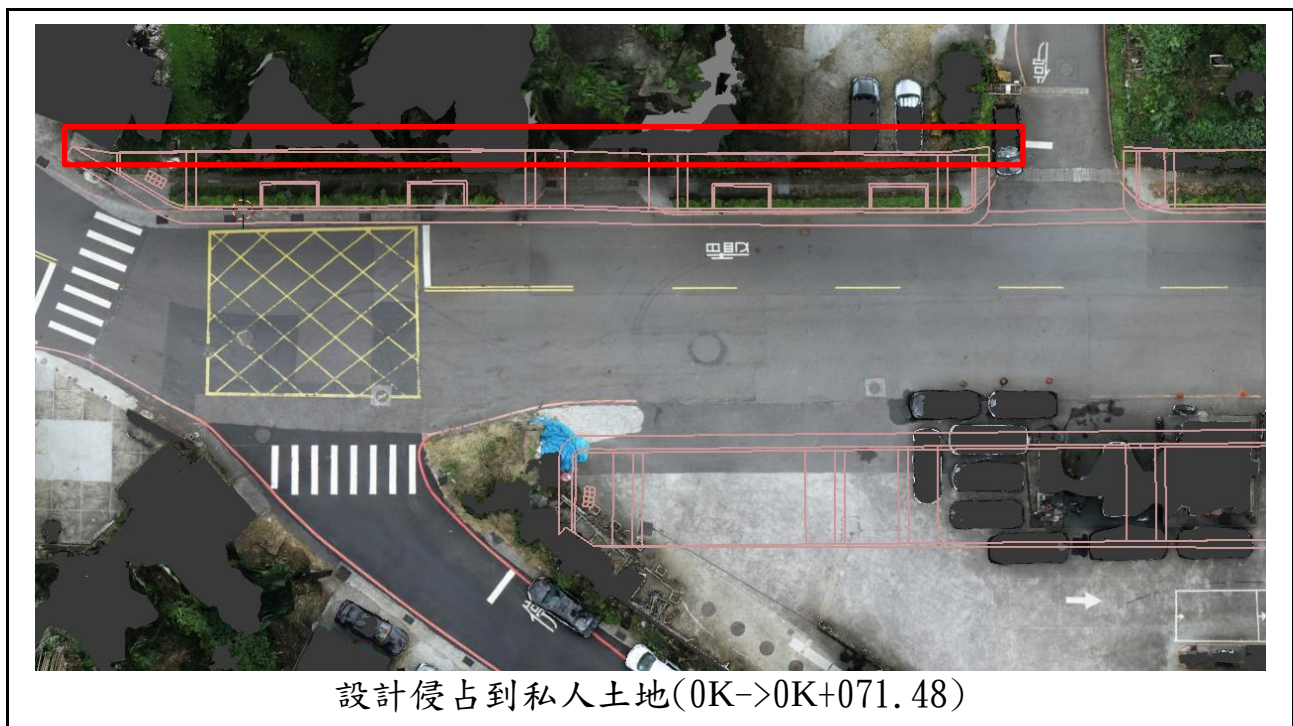


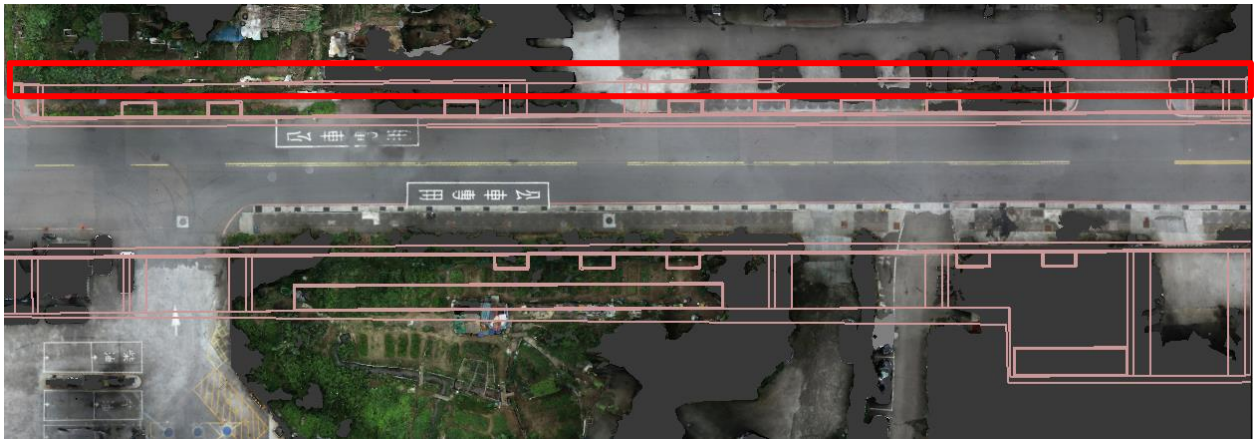


圖表 2-36 發現量測圖柏油路範圍不精確，造成設計標線與原路面無法銜接問題

II. 問題：缺乏 3D 實景輔助原始設計範圍直接侵占私人土地問題。

BIM 方案：透過 BIM 進行實景設計可避免因量測錯誤而發生設計範圍直接侵占私人土地問題，於 3D 實景繪製設計草圖即可立即避免錯誤發生。



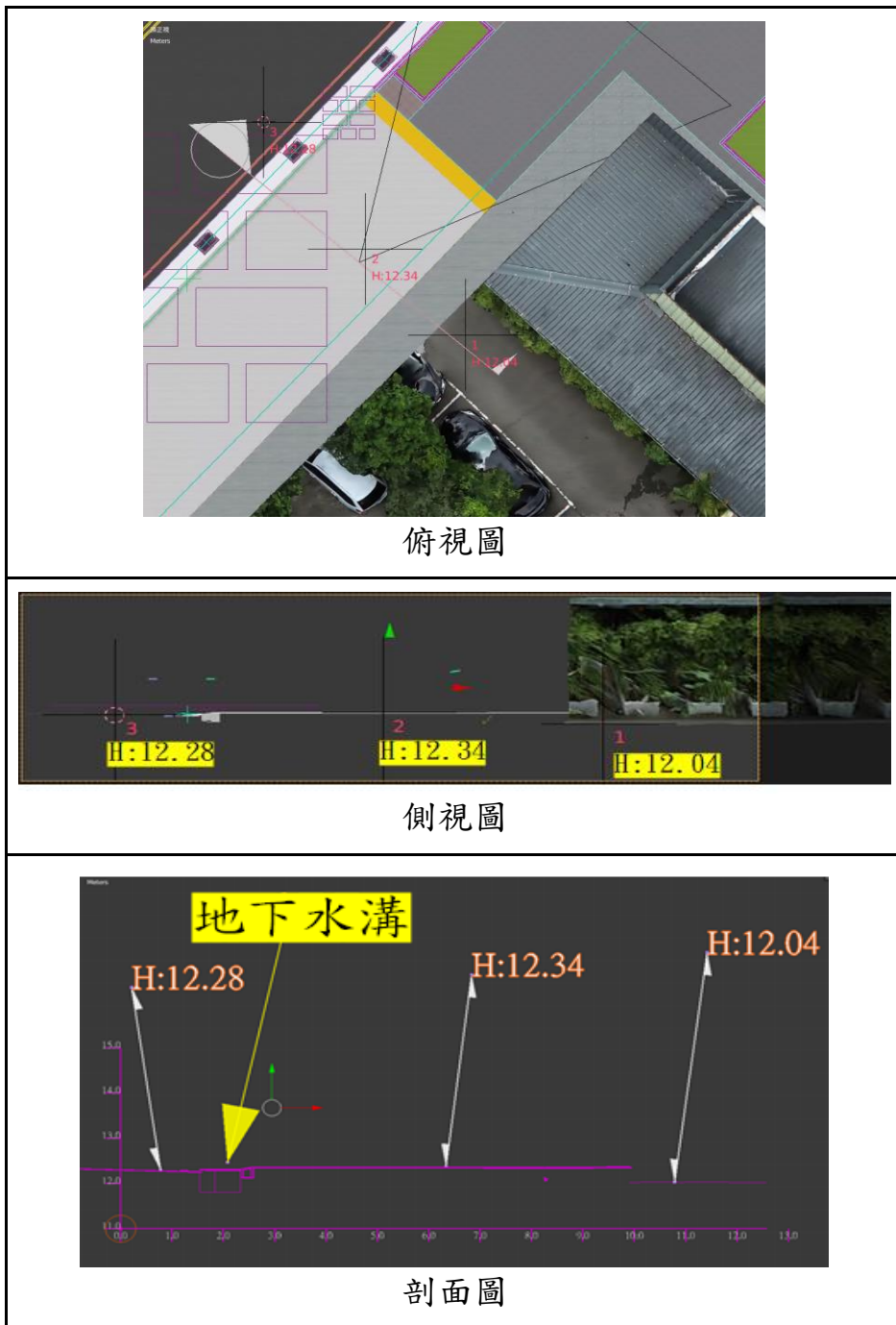


設計侵占到私人土地(0K+071.48->0K+171.48)

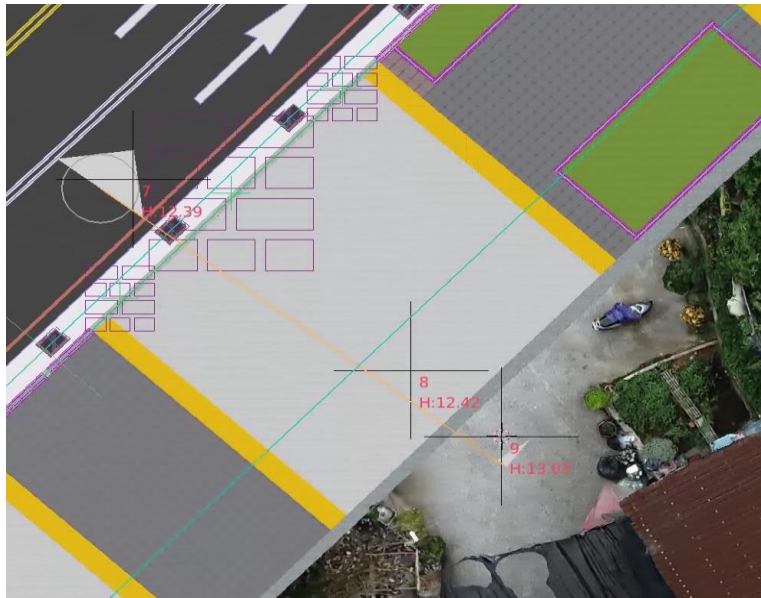
圖表 2-37 原始設計範圍直接侵占私人土地

III. 問題：原設計內容高程問題未列入考慮，始得設計結果與原始路面高層落差太大銜接區域交代不清問題。

BIM 方案：透過 BIM 實景設計輔助，可針對設計過程中高程變化，提早發現並及時討論解決方案。



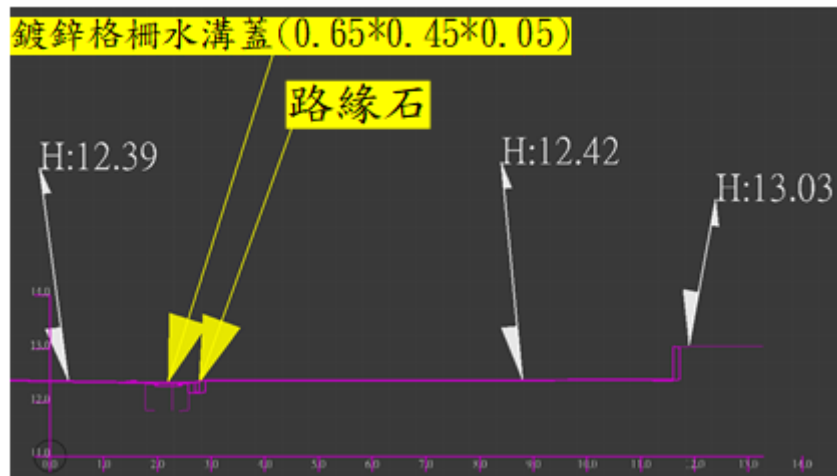
圖表 2-38 傳統設計內容造成人行道與原路面高差(0K+151.48->0K+171.48)



俯視圖



側視圖



剖面圖

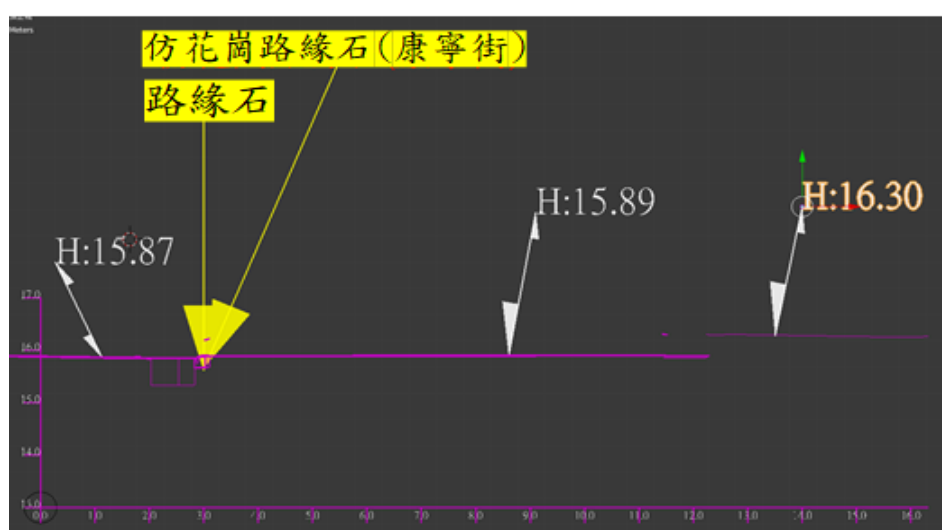
圖表 2-39 傳統設計內容造成人行道與原路面高差(0K+271.48-
>0K+291.48)



俯視圖



側視圖



剖面圖

圖表 2-40 傳統設計內容造成人行道與原路面高差(0K+531.48->0K+551.48)

2.3.3. 案例三：北區忠明路(西屯路至中清路)道路、共桿建置及人行道改善工程

- 成果：☑完整 BIM 資料 (JOSN)

本團隊接觸台中忠明路案件尚於設計圖討論階段，實景模型也還是原始現況。如同案例二執行方式於實景模型清楚列出原工程案件施作之目標問題，並透過 3D 實景模型輔助量測圖和設計圖進行設計檢驗及模擬。檢驗過程發現問題如下，並於 BIM 設計模型中提出最佳的改善建議。

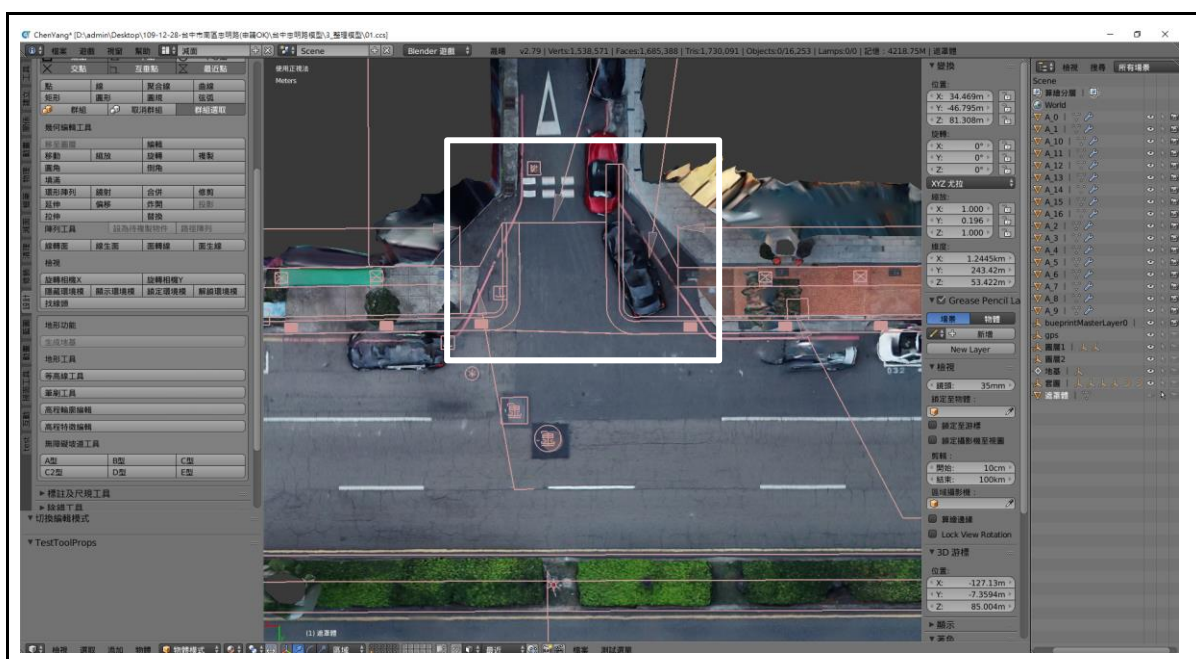
- 發現問題：

- 量測資料遺漏部分路口資訊、人行道範圍與實際不合。
- 路口規劃與現況不合。
- 無障礙坡道高程規劃與現況不合。
- 行人穿越道與民宅銜接高程落差過大。
- 道路標規劃與現況不合，部分規劃無法與現況連接。

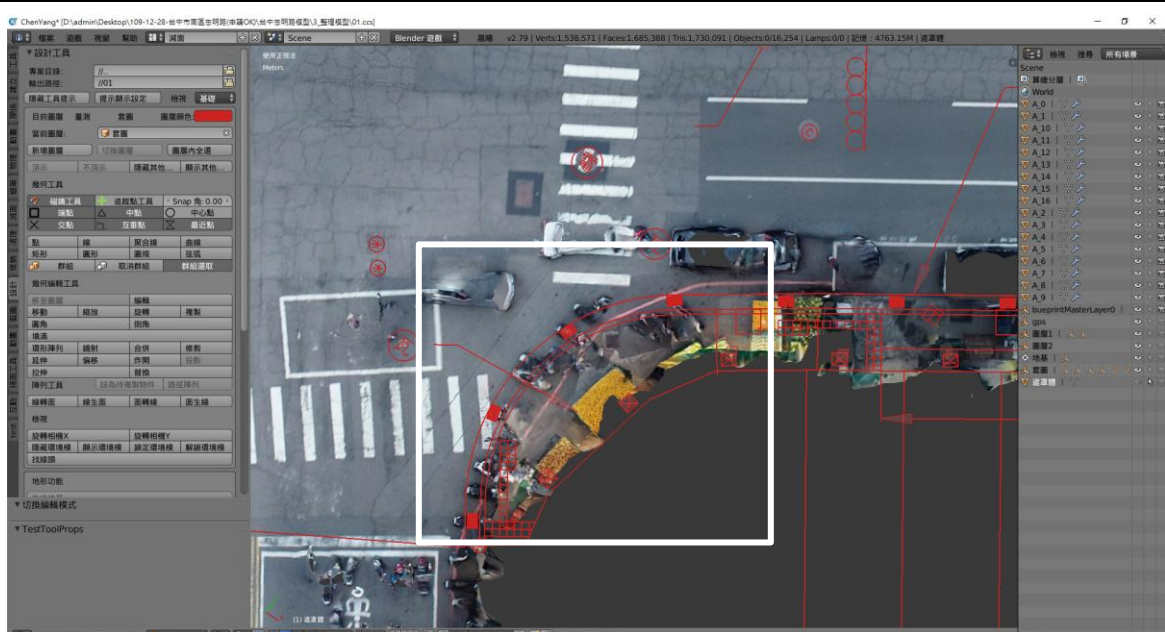
I. 量測問題：量測資料錯誤造成部分路口資訊、人行道範圍與實際不合。

原因：因人工量測資訊不足，造成繪製量測圖時路口形狀繪製錯誤。

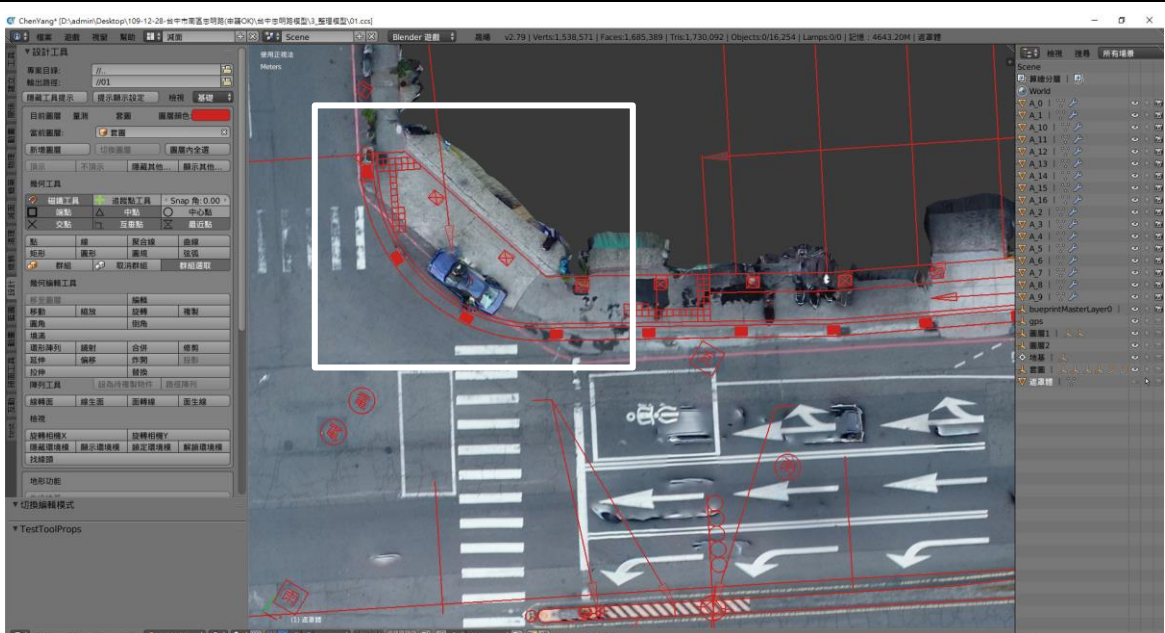
BIM 方案：透過 BIM 實景輔助進行量測圖繪製，將減少量測錯誤的問題發生。



路口測量圖資訊與現況不符



轉彎處測量圖資料與現況不符



轉彎處測量圖資料與現況不符

圖表 2-41 缺乏 3D 實景輔助，現地量測資料易發生錯誤

II. 問題：因為傳統量測缺失遺漏部分路口資訊，造成路口規劃與現況不合。

原因：因人工量測資訊不足，造成繪製量測圖時遺漏重要的路口資訊。

BIM 方案：透過 BIM 實景輔助進行量測圖繪製，將減少量測遺漏的問題發生。

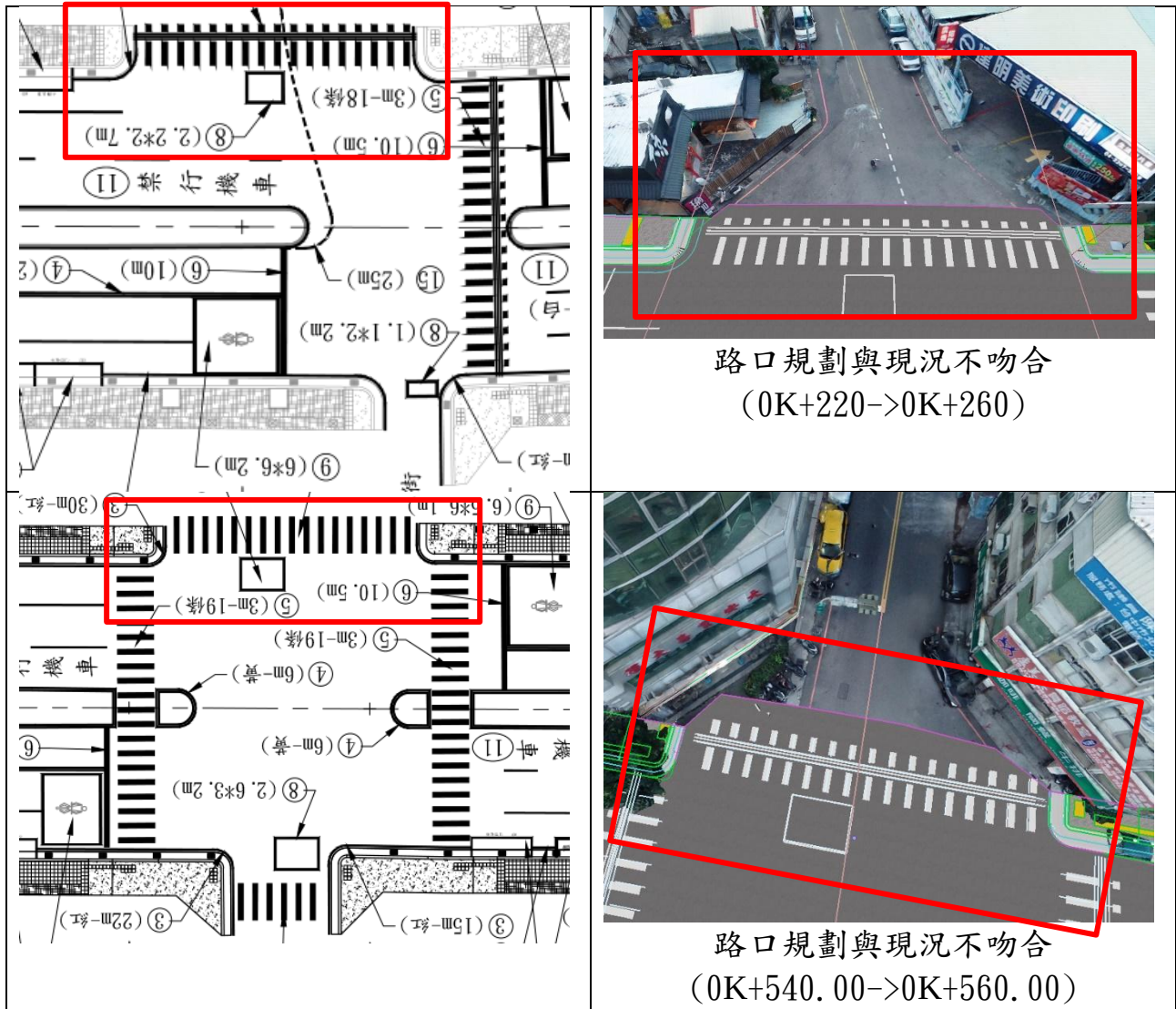


圖表 2-42 量測資料遺漏原有車道訊息(0K+780.00 ->0K+800.00)

III. 問題：因為傳統設計方式缺乏實景模型輔助，造成路口規劃與現況不合。

原因：因人工量測資訊不足，造成繪製量測圖時遺漏重要的路口資訊。

BIM 方案：透過 BIM 實景輔助進行量測圖繪製，將減少量測遺漏的問題發生。

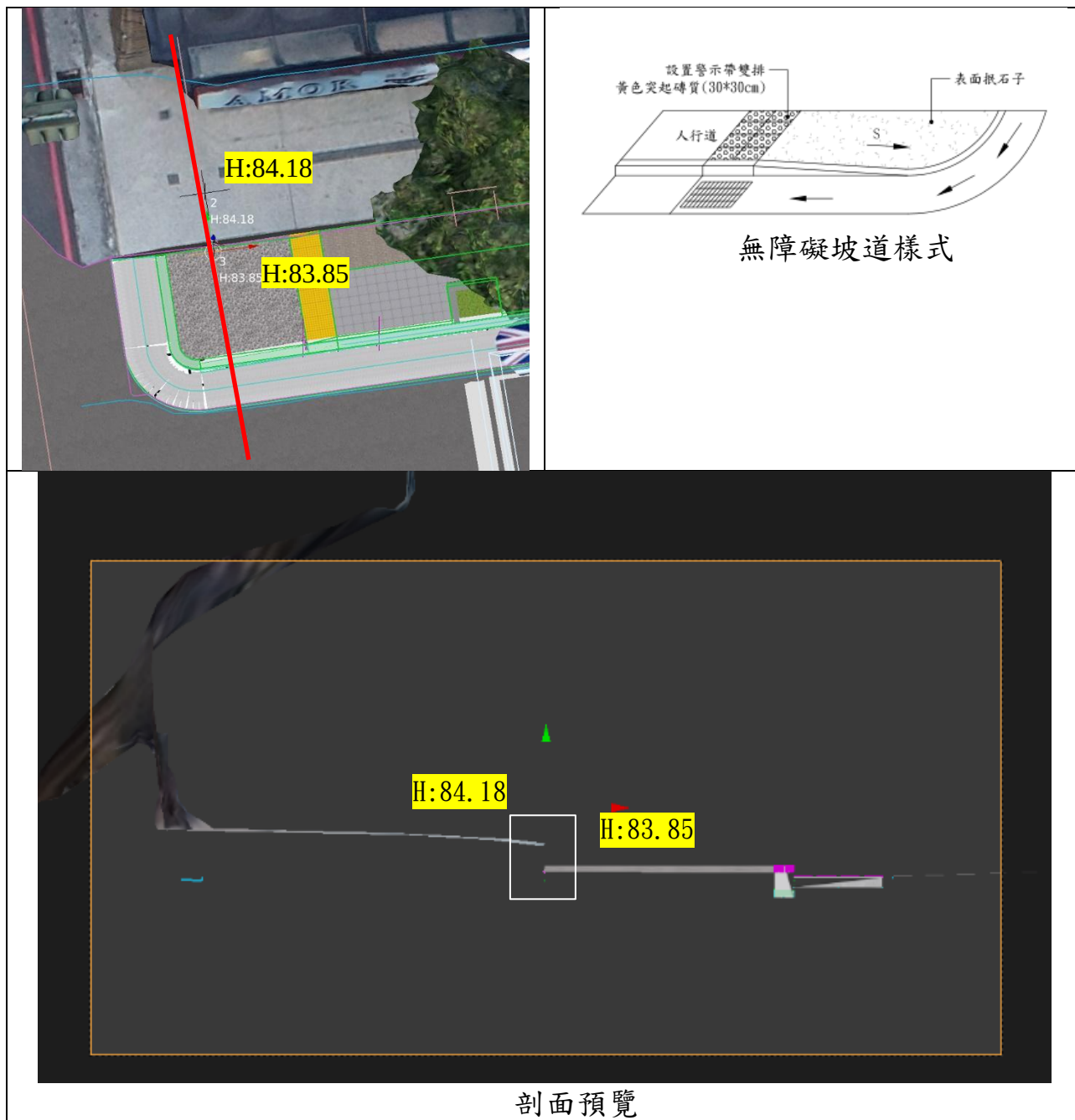


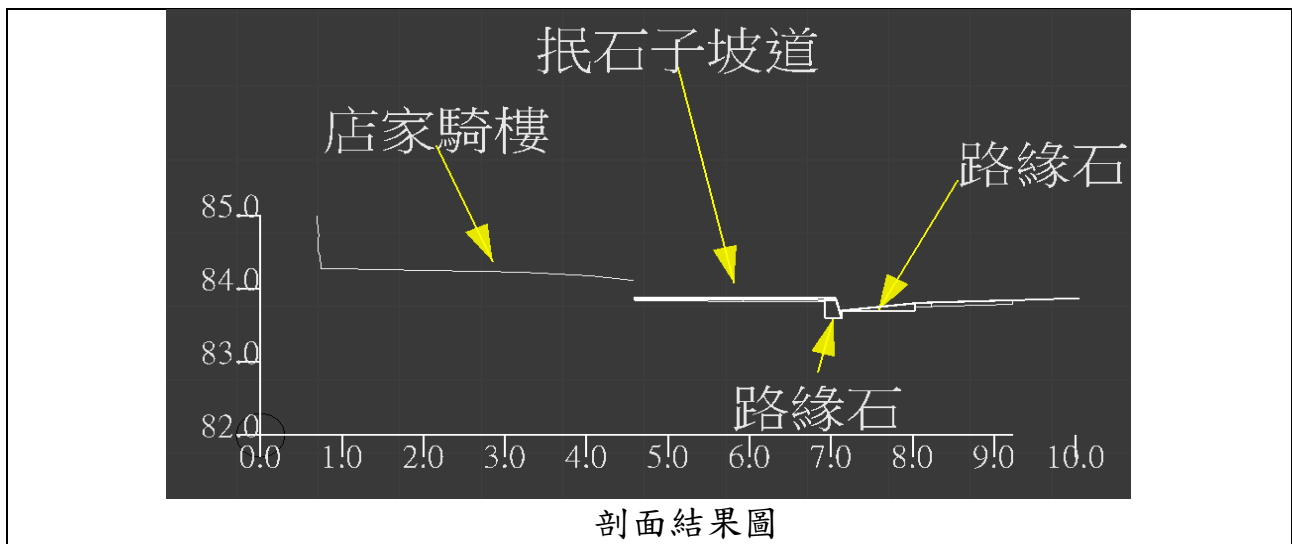
圖表 2-43 路口規劃設計內容與現況接合有問題

IV. 問題：傳統設計方式缺乏實景模型輔助，造成無障礙坡道高程規劃與現況不合。

原因：設計規劃階段缺乏 3D 實景設計輔助，因為只考慮人行道與無障礙坡道的使用，未考量到原有騎樓或連接原人行道空間的高程變化。

BIM 方案：透過 3D 實景進行設計輔助規劃與討論。





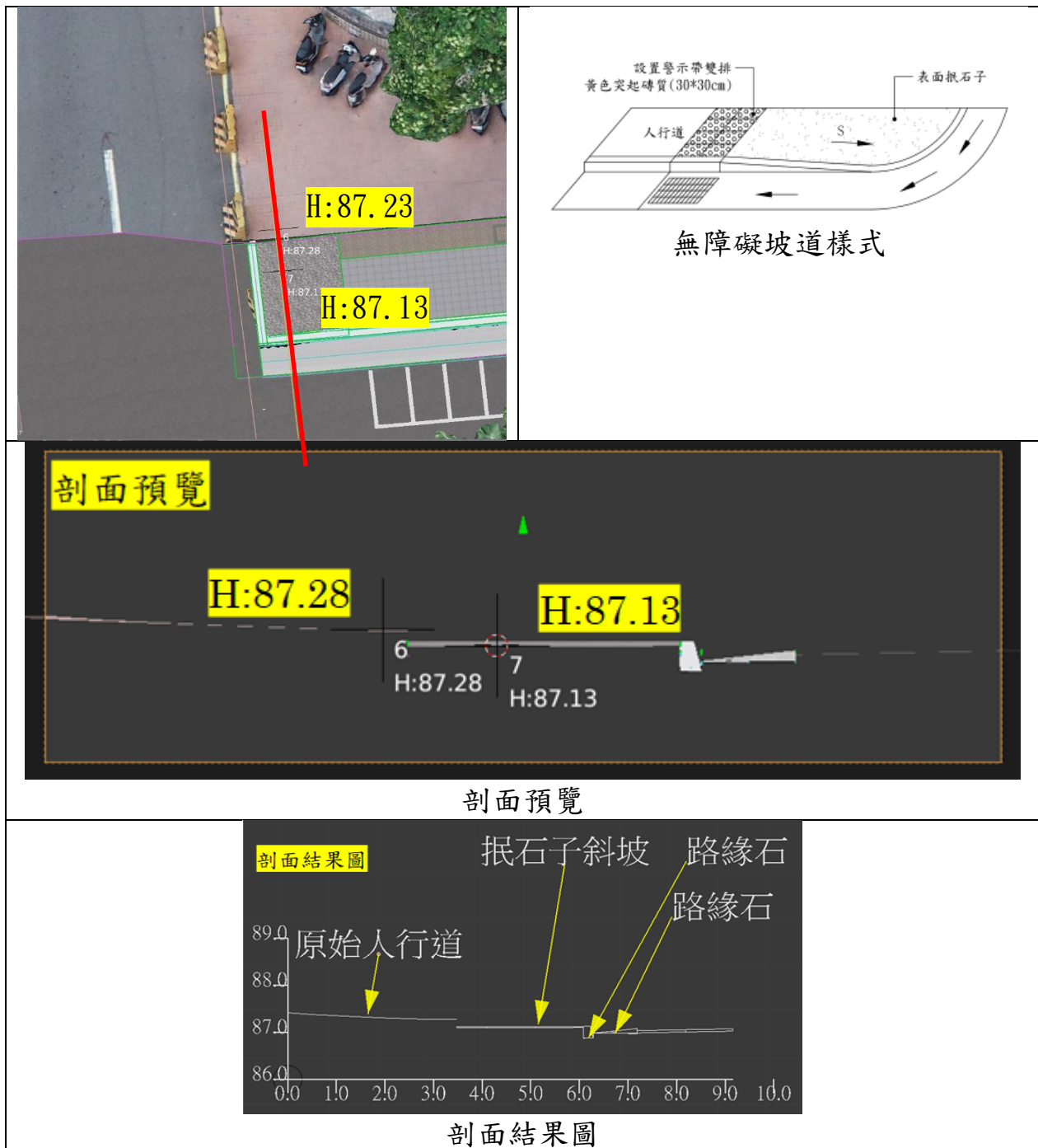
剖面結果圖

圖表 2-44 抵石子規劃無障礙坡道未考慮與民宅間高程銜接問題造成 33cm 落差
(0K+240.00-→0K+260.00)

V. 問題：傳統設計方式缺乏實景模型輔助，造成無障礙坡道高程規劃與原店家機車停放區域高程面無法銜接問題。

原因：設計規劃階段缺乏 3D 實景設計輔助，因為只考慮人行道與無障礙坡道的使用，未考量到原有店家機車停放區與連接人行道空間的高程變化。

BIM 方案：透過 3D 實景進行設計輔助規劃與討論，使得設計更完善避免設計內容與施作不符問題再度發生。

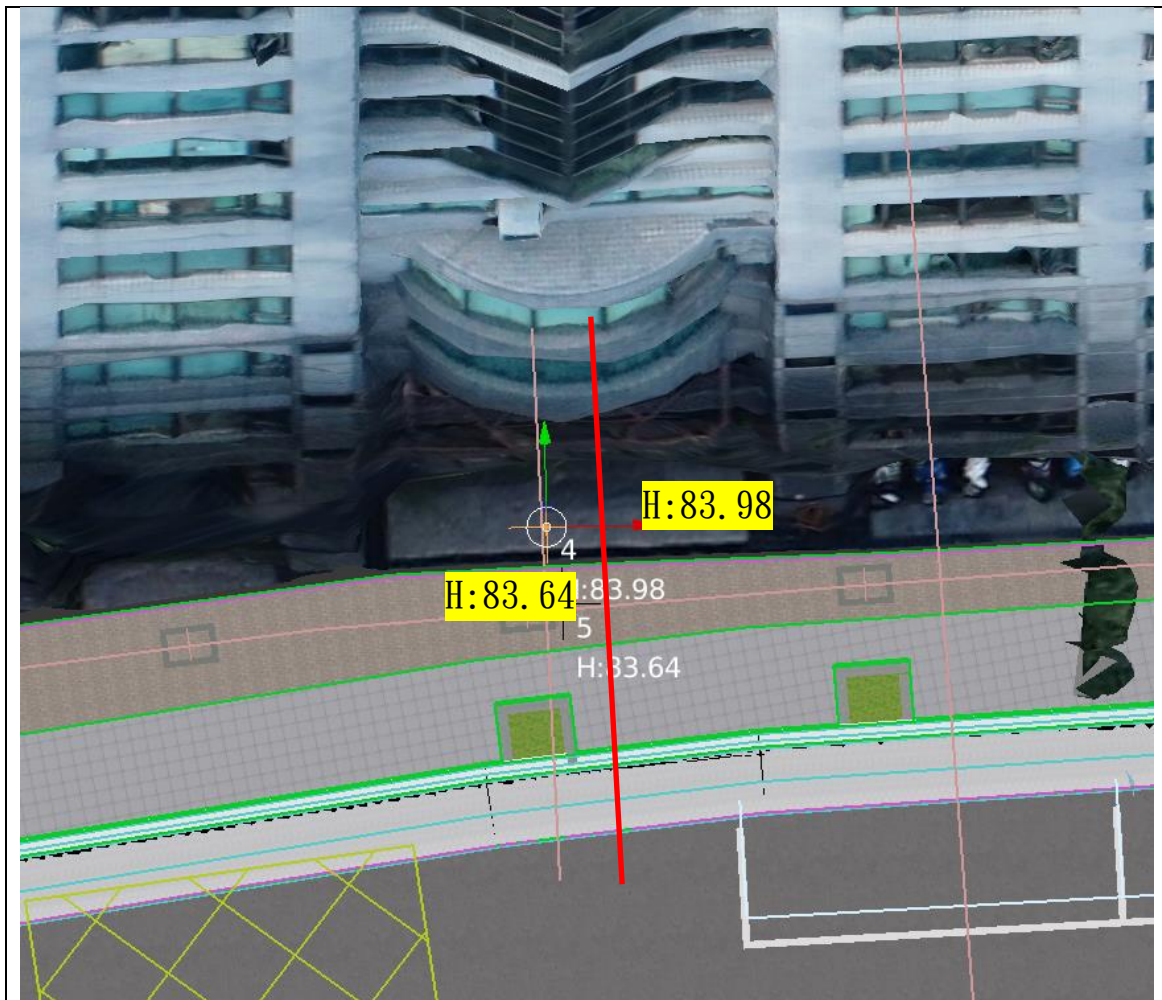


圖表 2-45 抵石子無障礙坡道與原始人行道高程銜接問題造成 10cm 落差 (0K+800.00→0K+820.00)

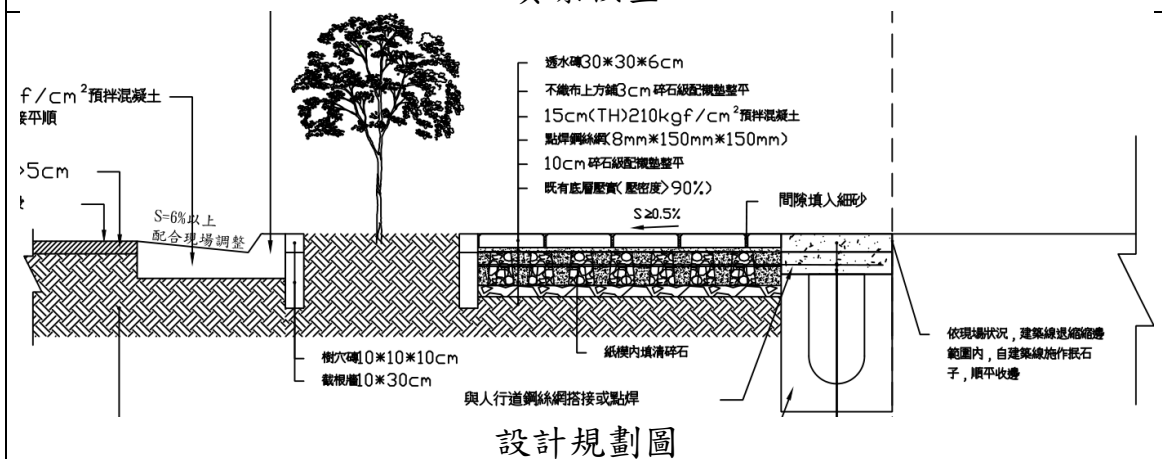
VI. 問題：傳統設計方式缺乏現況實景輔助，造成新規劃人行道與民宅銜接高程落差過大無法銜接問題。

原因：設計規劃階段缺乏 3D 實景設計輔助，未考量到高程落差。

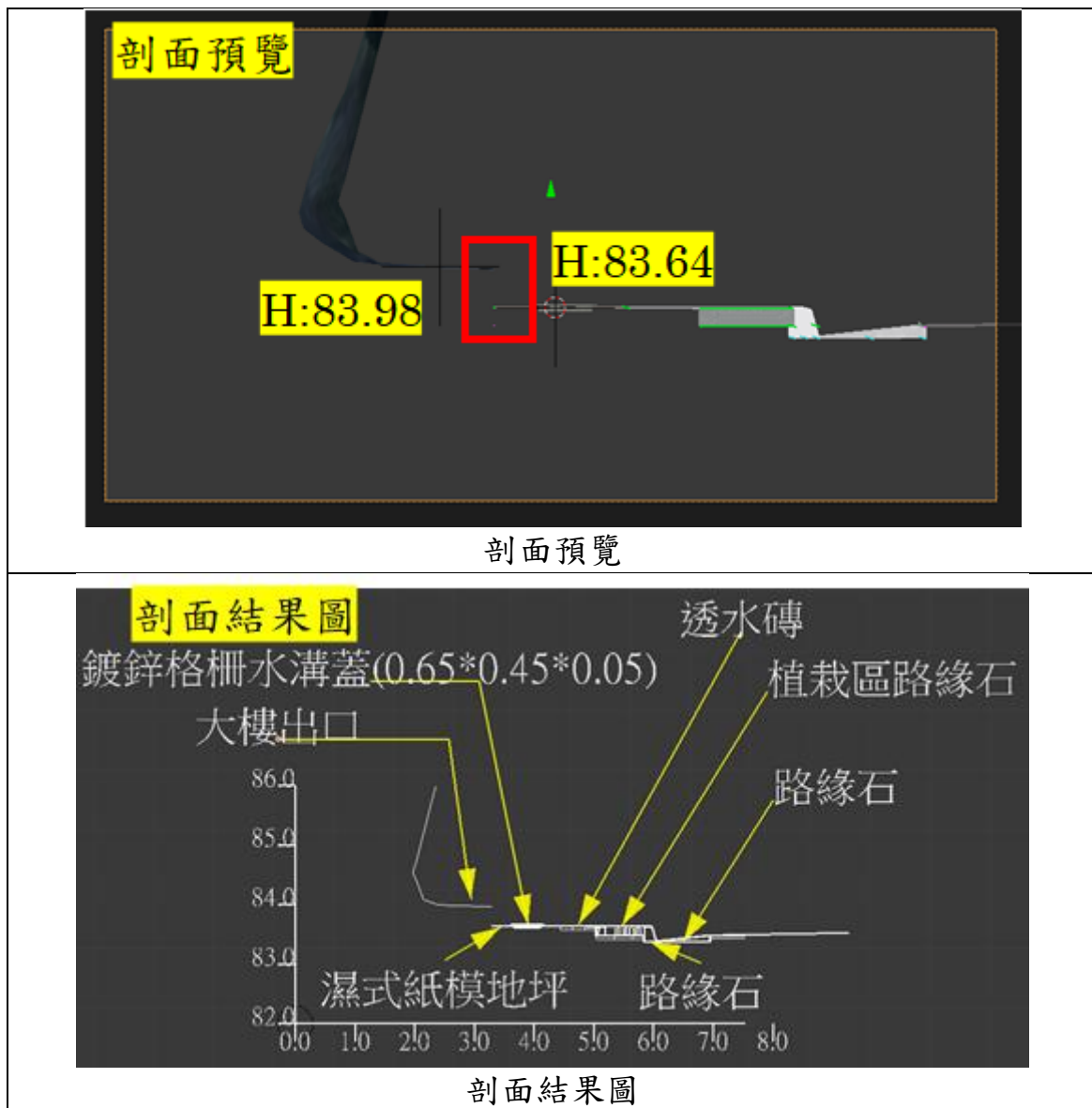
BIM 方案：直接於 3D 實景進行設計規劃與討論，使得設計更完善避免設計內容與施作不符問題再度發生。



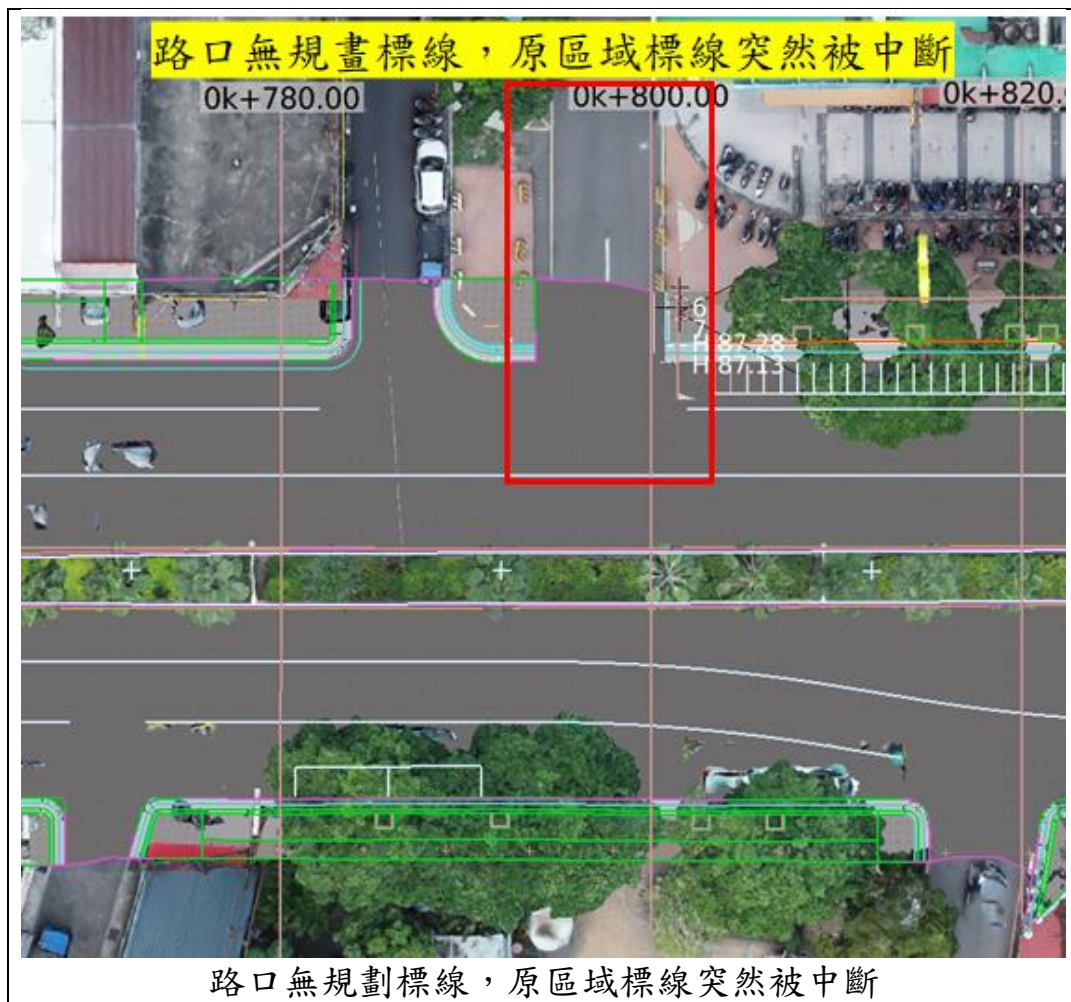
實景模型



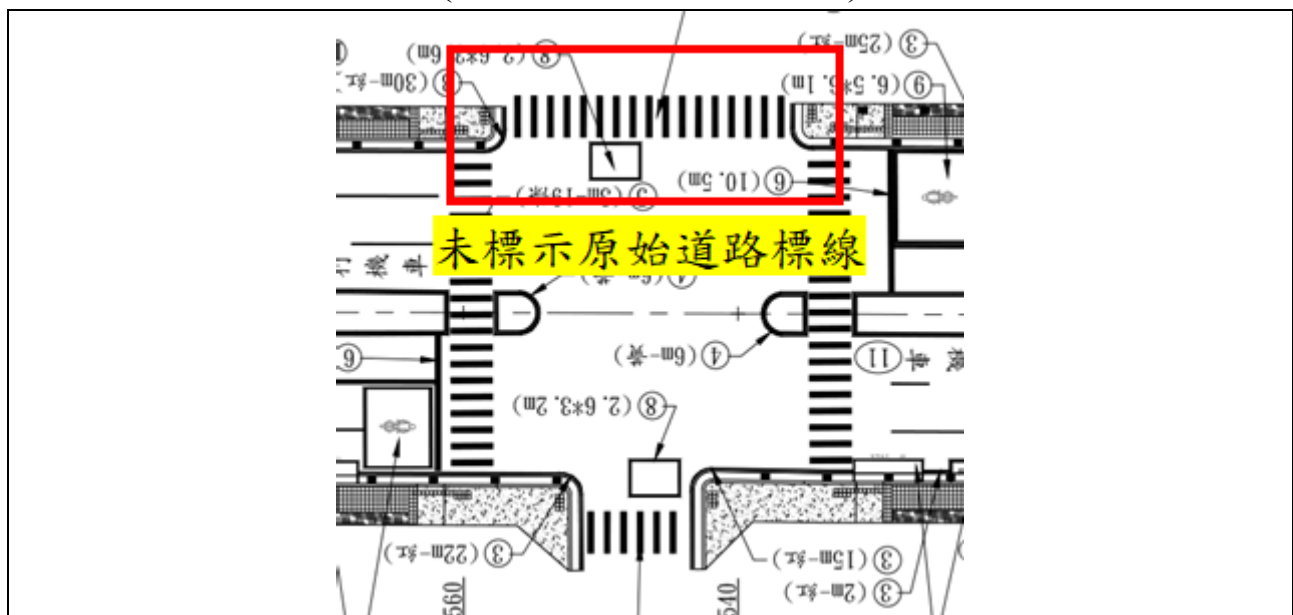
設計規劃圖

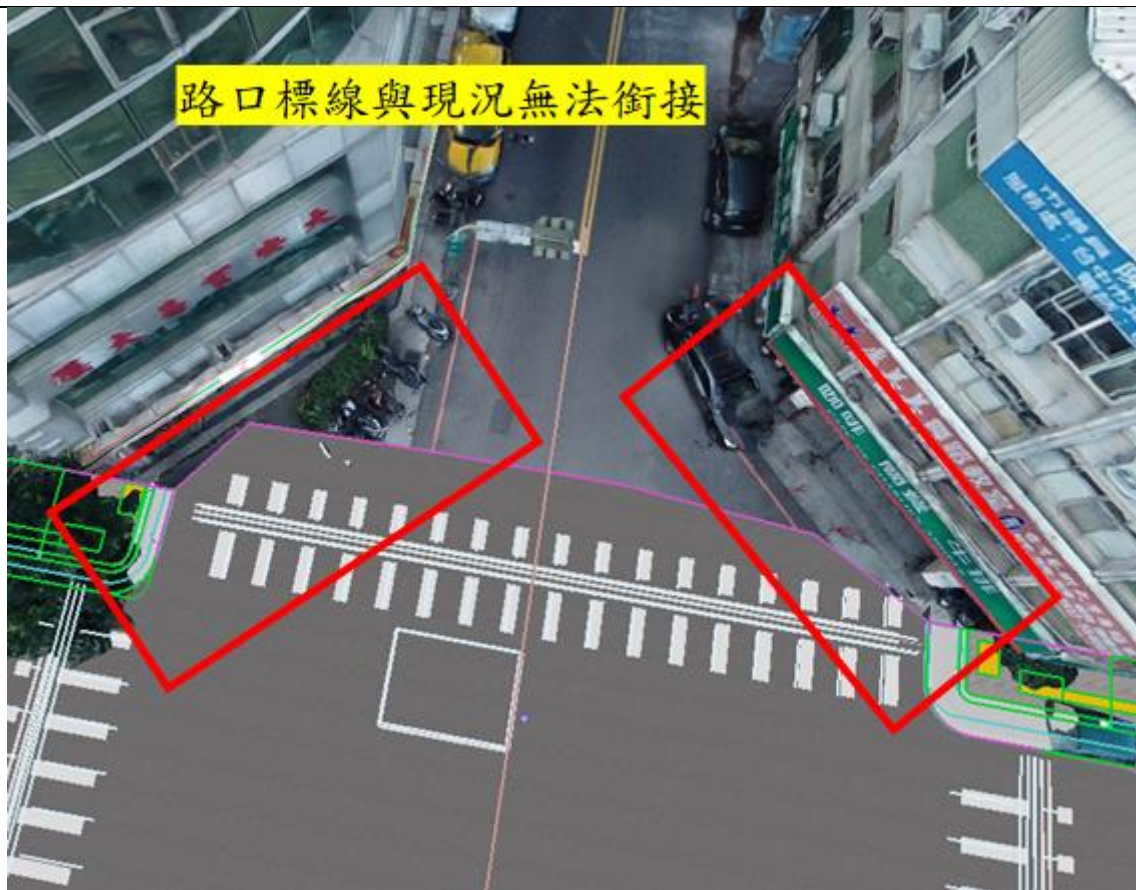


圖表 2-46 未考慮與大樓通道與人行道高程銜接問題造成 34cm 高度落差 (0K+200.00→0K+220.00)



圖表 2-47 設計資訊遺漏原有標線資訊，設計結果與現況不合
(0K+780.00->0K+800.00)





路口標線與現況無法銜接

圖表 2-48 設計資訊遺漏原有標線資訊，設計標線規劃與現況無法銜接
(0K+540.00-→0K+560.00)

2.4. 製作 BIM 設計成果影片(3 案)以加強 BIM 應用於提升道路品質計畫(內政部)、生活圈計畫或人本道路推動與推廣。

成果影片規劃及修改經歷四場會議討論及修正，會議內容細節參照附件二、三、四、五，影片最終主題內容分別為：

2.4.1. 案例一 新北林家花園

本案件呈現內容，BIM 應用於道路工程案件對於整體案件執行帶來之優勢介紹。

I. 影片連結：<https://www.youtube.com/watch?v=dT02Ub9ABtg>

II. 段落如下圖：

A. 章節規劃：

- 案件背景及周邊基地環境說明。
- 實景設計說明。
- BIM 展示。
- 未來改善實景。



圖表 2-49 章節段落區分

B. 案件背景及周邊基地環境說明：

- 簡述案件地理位置及周邊生活環境。
- 簡述案件遭遇問題，和迫切需被改善的原因。

案件背景及周邊基地環境說明

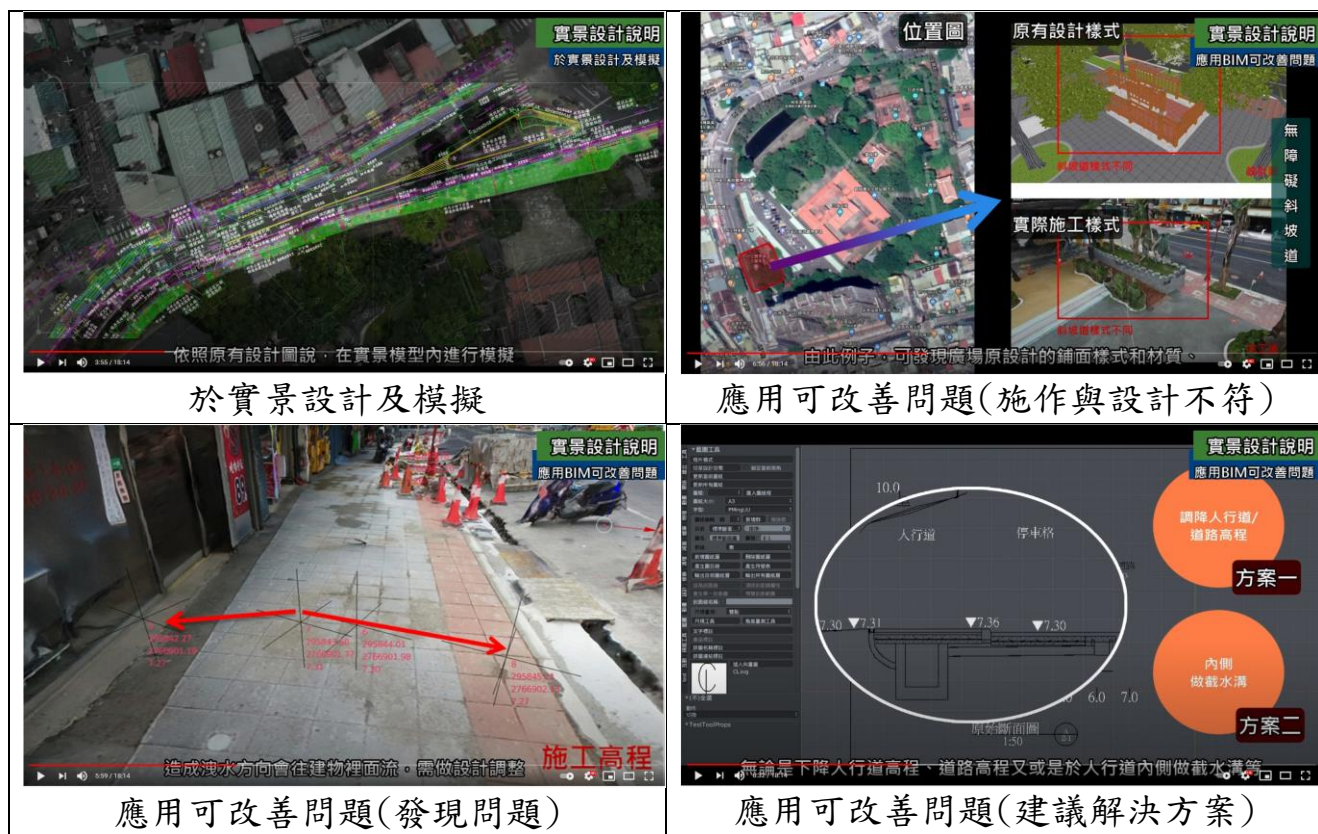


圖表 2-50 案件背景及周邊基地環境說明

C. 實景設計說明說明：

- 分析 BIM 設計對於整體工程案件達到品質提升帶來之優勢
- 透過 BIM 實景模型，執行基地調查。
- 簡述於實景中進行設計及模擬。
- 簡述依據傳統先有平面圖再進行施作，透過 BIM 實景設計如何提早於施作與設計不符問題。
- 簡述依據傳統先有平面圖再進行施作，如何透過 BIM 實景設計如何提早於施作前發現高程細節缺失問題。
- 簡述如何透過 BIM 實景設計，針對前述缺失及問題提出最佳解決方案及方案模擬。





圖表 2-51 實景設計說明

D. BIM 展示

- 透過 BIM 進行改善前後對比展示。
- 展示材料屬性資訊。
- 展示於設計後即時進行估算。
- 展示設定斷面，並剖出截面資訊。
- 簡述設計內容變更，並產生連動之工程圖。
- 簡述透過 BIM 實景設計產生 PCCES 單價分析表，及其交換格式以提供在 PCCES 進行單分表資料驗證。

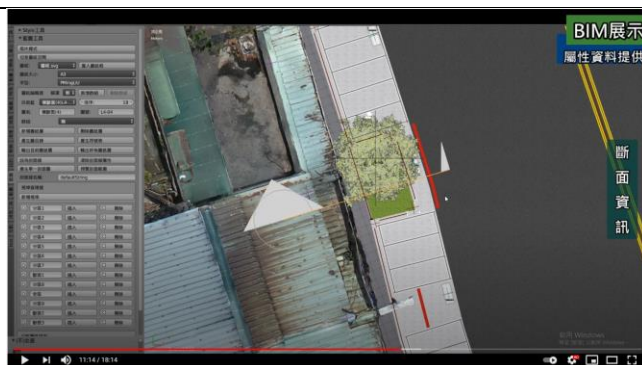




展現材料詳細資訊



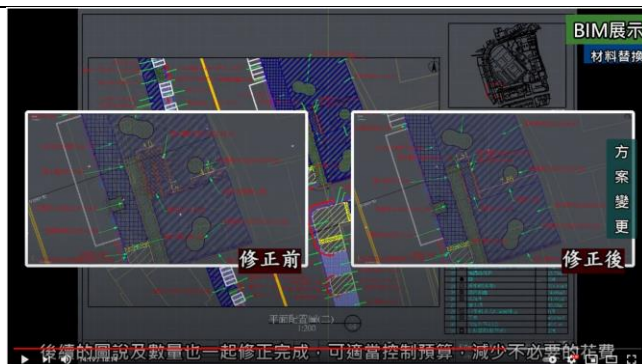
即時數量估算



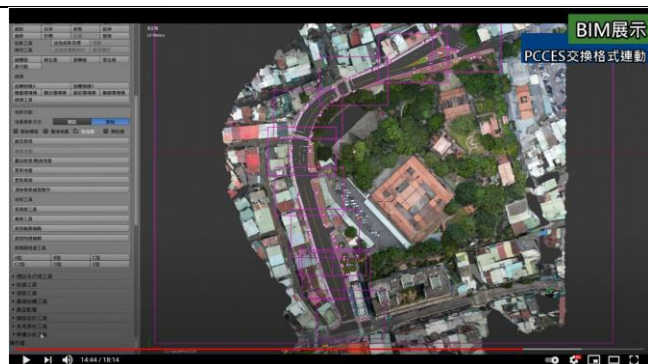
斷面資訊(指定斷面)



斷面資訊(剖面後成果)



方案變更(連動工程圖)



PCCES輸出(選擇輸出區域)

產生單價分析表

PCCES 交換格式連動

圖表 2-52BIM展示

E. 未來改善實景

- 未來成果實景模擬。
- 結論簡述前述階段於 BIM 設計的個別階段帶來之優勢，總結 BIM 所有設計資料儲存於統一之標準格式 JSON，使得資料能有效之保存及後續讀取原設計資訊。



圖表 2-53 未來改善實景

2.4.2. 案例二：新北汐止康寧街

本案件主要對象族群為各地方政府及顧問公司，設計審核階段呈現內容示範如何透過BIM設計進行設計內容自我法規審核，確保將來所有工程案件皆能依循法規施作。竣工階段除法規審核外，也針對評審委員依據人為本的建議以BIM為基礎呈現更完善的施作建議。

I. 影片連結：<https://www.youtube.com/watch?v=RNWo0o9zotc>

II. 段落如下圖：

A. 章節規劃：

- 案件背景及周邊基地環境說明。
- 實景設計說明。
- BIM展示。
- 未來改善實景。



圖表 2-54 章節段落區分

B. 案件背景及周邊基地環境說明：

- 簡述案件地理位置及周邊生活環境。
- 簡述案件遭遇問題，和迫切需被改善的原因。

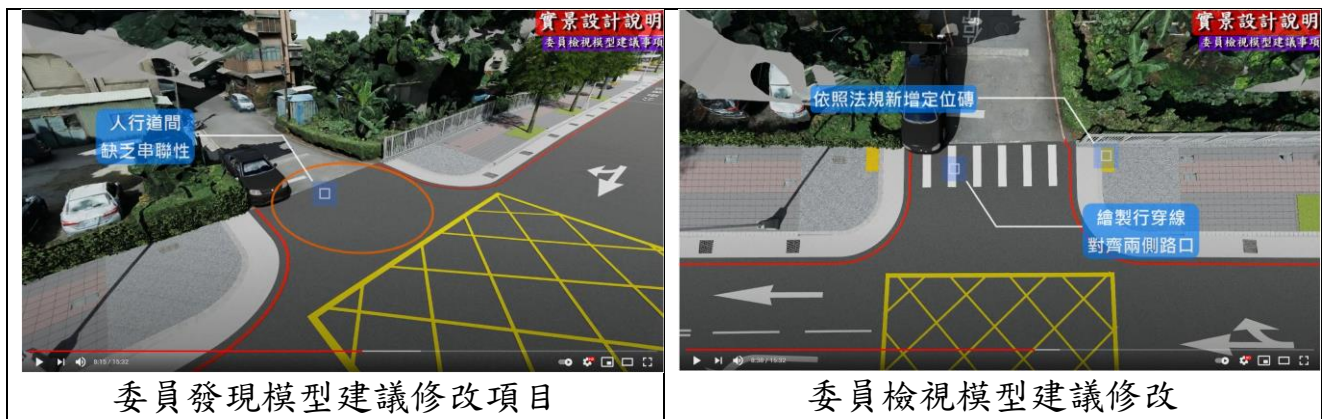


圖表 2-55 案件背景及周邊基地環境說明

C. 實景設計說明：

- 透過 BIM 實景模型進行基地調查，依據法規條列點出列出舊有施作不符合之項目位置及數量。
- 設計者利用 BIM 將實景設計模型依據法規進行設計內容自我審查。
- 依據審查會議評委對應法規以外之人為本的設計建議，利用 BIM 實景設計模型快速呈現評委建議修正內容，並讓民眾了解設計變更之歷程。

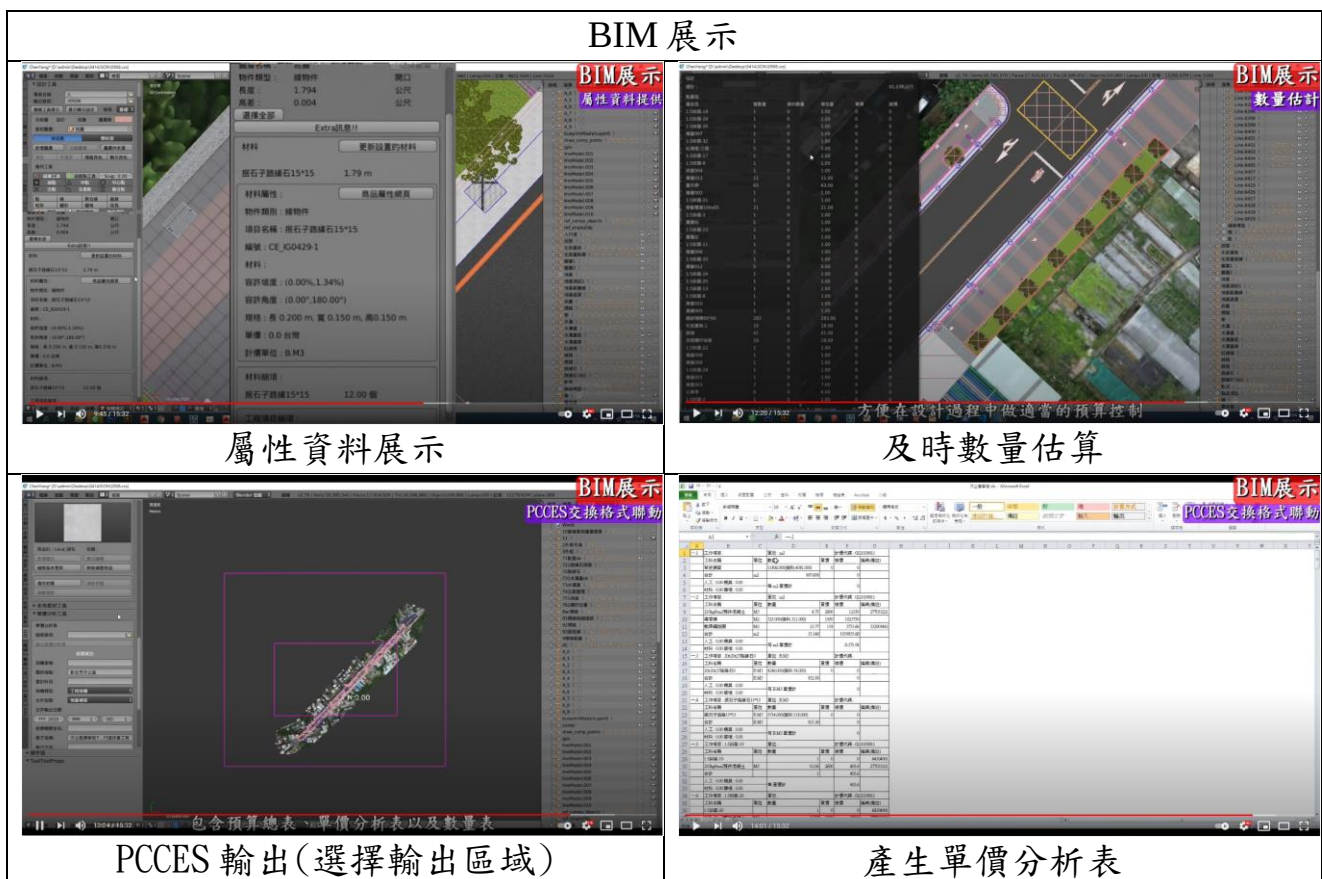


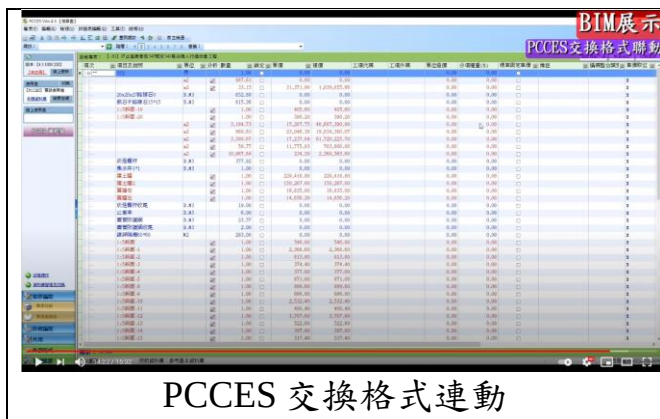


圖表 2-56 實景設計說明

D. BIM 展示

- 展示材料屬性資訊。
- 展示於設計後中即時進行估算。
- 簡述透過 BIM 實景設計產生 PCCES 單價分析表，及其交換格式以提供方便於 PCCES 進行單分表資料驗證。

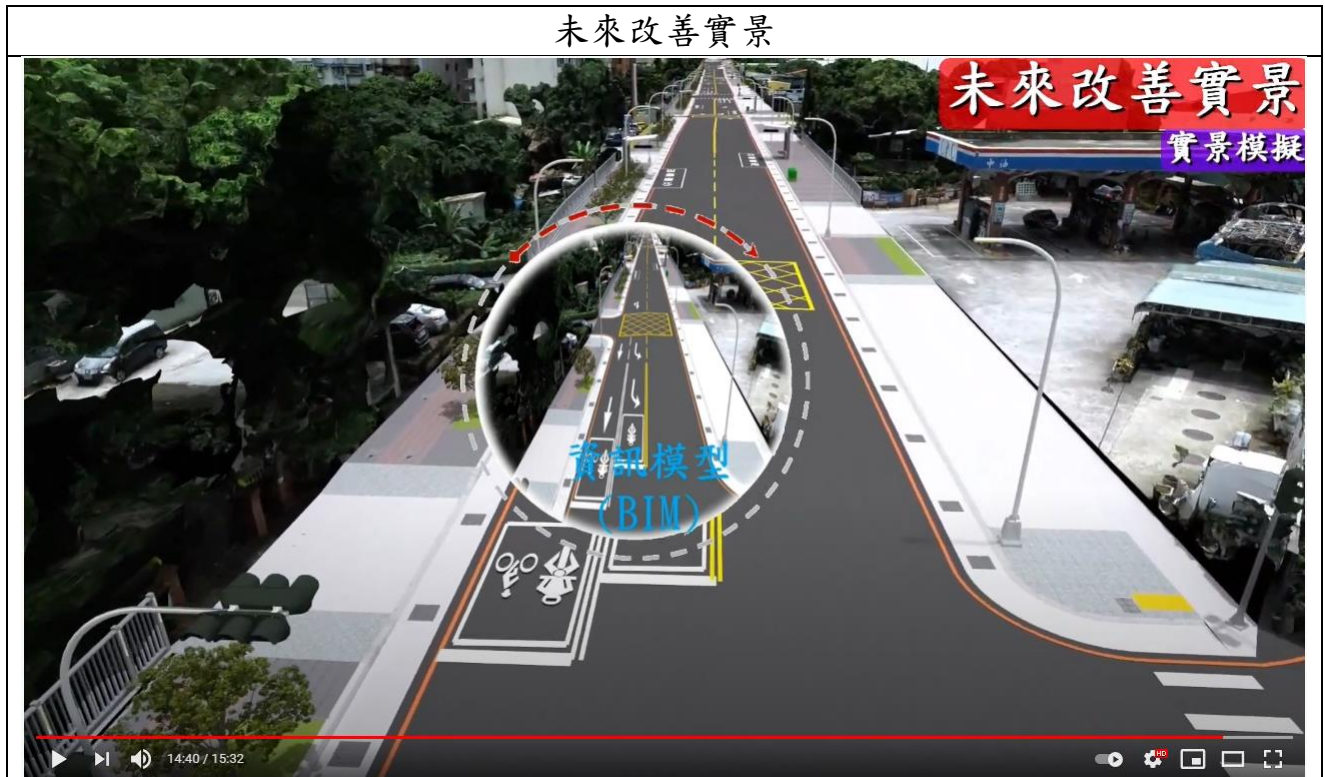




圖表 2-57 BIM 展示

E. 未來改善實景

- 未來成果實景模擬。
- 結論簡述前述階段於 BIM 設計的個別階段帶來之優勢，總結 BIM 所有設計資料儲存於統一之標準格式 JSON，使得資料能有效之保存及後續讀取原設計資訊。



圖表 2-58 未來改善實景

2.4.3. 案例三 台中忠明路

本案件主要對象族群為一般社會大眾，BIM 設計強調所見及最終施作成果，能早一步於施作前協助地方政府讓居民從現況周邊的場景為基礎，透過 3D 實景和設計內容的整合，先行檢視並體會施作後之成果。

I. 影片連結：<https://www.youtube.com/watch?v=NzstKmafYHo>

II. 段落如下圖：

A. 章節規劃：

- 案件背景說明。
- 行人動線模擬。
- 實景成果。



圖表 2-59 章節段落區分

B. 案件背景說明

- 簡述案件地理位置及周邊生活環境。



圖表 2-60 案件背景說明

C. 行人動線模擬

- 預覽動線，輔助任意時間點之觀看者掌握目前檢視位置之空間感。
- 行人動線模擬，以行人視角導覽未來施作之成果。帶入施作前現況透過視覺感受設計前後的差異，藉此讓居民感受到 BIM 設計能帶給大眾的好處。



圖表 2-61 行人動線模擬

D. 實景成果：利用 BIM 實景呈現忠明路沿路道路及人行空間之未來之施作成果。



圖表 2-62 實景成果

2.5. 市區道路 BIM 應用後續如何推動與建置建議

本案執行調研市區道路 BIM 應用之必要性與國內外現行推動 BIM 應用於市區道路遭遇問題及如何改善對策等工作後，我們綜合國內外推動之經驗，研究與分析推動之有效性，並配合國內現況，已具體擬定後續 BIM 應用之推動構想。

我們認為 BIM 政策與推動內容，不能夠專注於 BIM 技術的本身，而應是了解使用單位之技術成熟狀況，進而找到協助參與者應用 BIM 的進入點，從供應鏈到業主客戶一起納入政策推動對象。

我們建議參考英國的「推一拉」推動策略 [1]；在應用端創造一個合適的環境、培養能力、去除障礙，讓營建業可以看到應用成果，並有機會進入市場，形成群聚效應。而在管理端建置法規、審核與鼓勵機制，有系統並持續追蹤、評估應用狀況與成效之改進。

因此，我們預計擬定規劃之 BIM 應用後續推動架構，(如圖表 2-63)所示。相關之推動時程以 6 年的推動期，規劃『普及推廣』、『輔導觀摩』、『落實應用』、『全面實施』等四階段(如圖表 2-64)，進行相關 BIM 應用推廣。其中，各階段具體推動工作如下：

- 普及推廣(0-2.5 年)
 - 辦理 BIM 示範案例宣導活動，創造彰顯 BIM 效益之氛圍。
 - 辦理教育訓練活動，推廣優良案例消除導入 BIM 應用障礙。
 - 建置教學網站，提供學習管道與 Q&A 社群。
- 輔導觀摩(1-3.5 年)
 - 成立 BIM 技術代理團，提供諮詢、顧問、支援與整合應用服務。
 - 舉辦「BIM 推廣宣導研習會」與各單位成果分享會，提供互相學習的氛圍與能力建構。
- 落實應用(1-5 年)
 - 建立 BIM 應用聯盟：結合營建工程業者、顧問公司、設計師，學研界、法人、公協會、相關政府部門等，組成 BIM 服務聯盟，輔導與輔助 BIM 應用之落實。
 - BIM Award：推動典範 BIM 應用之 BIM Award，評選縣市鄉鎮區公所 BIM 應用獎，鼓勵 BIM 落實應用。

- BIM 元件資料標準化：建置市區道路雲端 BIM 元件庫(空拍資料、現況模型、量測資料、設計配置模型、工程圖說、動畫拍攝資料、動畫成果資料)，以專案為基礎收錄各階段設計資料，標準化商品資料格式。
 - 鼓勵將採用 BIM 納入評選之評分項目、納入金質獎評審之評分項目。
- 全面實施(2-6 年)

[政策面]

- 獎助示範性市區道路 BIM 應用案例；挑選示範案例，並測試與確認所預期之 BIM 落實度。
- 制定 BIM 相關標準「模型應用統一標準」、「模型存儲標準」、「交付標準」、「分類和編碼標準」等。
- 彙整相關可用案件案例，設計 BIM 自動審查系統。

[法規面]

- 推廣至一定金額以上工程均應將 BIM 技術納入履約要求，並於契約內容實質要求廠商提報 BIM 分工與專案執行架構。
- 將 BIM 技術之導入及運用說明，納入採購評選項目及配分權重。
- 建置雲端平台，強化 BIM e-submission 機制。並提供 BIM 規範自動化檢核機制，強制無紙化線上審查作業。



圖表 2-63 BIM 應用推動架構。



圖表 2-64 BIM 應用推動時程與階段。

項次	工作項目	時程(季)																							
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
1	普及推廣																								
1.1	辦理宣導活動																								
1.2	教育訓練																								
1.3	建置教學網站																								
2	輔導觀摩																								
2.1	成立BIM技術代理團																								
2.2	BIM推廣宣導研習會																								
3	落實應用																								
3.1	建立BIM應用聯盟																								
3.2	評選BIM應用獎																								
3.3	資料標準化																								
3.4	BIM納入評選項目																								
4	全面實施																								
4.1	獎助示範BIM應用案例																								
4.2	制定BIM相關標準																								
4.3	設計 BIM 自動審查系統																								

圖表 2-65 BIM 應用推動時程甘特圖

2.6. 創意或廠商承諾額外給付相關情形

2.6.1. 落實 BIM 應用案例

我們將基於所建立 BIM 聯盟之成員，共同合作應用 BIM 技術於實際案場之設計、施工與管理。這項額外服務，我們預計進行應用試點工作，北中南各一案。

2.6.1.1. 北部試點案件：

地點：新北市中和區員山路 471 號(新北養工處)

時間：109 年 11 月 4 日

與會成員：營建署道路組、新北養工處、和建工程顧問公司、杜風工程顧問公司和台科大團隊。

會議內容：

與會工程顧問公司和新北養工處針對 109 年 10 月 14 日營建署「提升道路品質計畫 2.0 提案原則說明會」公告資訊為基礎提出討論，並以個別案件遭遇問題提出討論。討論議題包含 BIM 設計資料執行內容、BIM 資料管理、檢視器需求和地下管線問題。

會議討論內容

- BIM 設計資料執行內容

- 和建工程顧問公司以目前正在執行之案件汐止康寧街 747 號到 541 巷，執行內容包含人行道、管線、擋土牆、水溝等工程內容建置。詢問如何以 BIM 進行設計規劃。
- 杜風工程顧問公司以案例一新北林家花園之延伸工程案件板橋北門街及文化路工程改善，執行內容包含人行道改善、道路型變更(現代化演變到古蹟)。
- 要如何達到 BIM 中的屬性資料呈現。

- BIM 資料管理

- 未來 BIM 建議包含時程管理，並能記錄設計日誌及施工日誌等紀錄。
- 各個案例執行要提交流設計程紀錄報告。

- 檢視器需求：

- 傳統審圖方式幾乎不看額外工項，希望有工具能協助。
- 基礎結構可先免，未來可能要求立體式剖面呈現，屆時處理。
- 案件資訊可列，尤其案號、案件名需要供索引搜尋。
- 額外擴充欄位研議。

- 管線問題

- 未來將要求量測時使用透地雷達，可能將要處理透地雷達資料。

會議問題回覆：

- BIM 設計資料執行內容：

- BIM 設計資料執行內容杜風工程顧問公司新案件問題，台科團隊依據案例一林家花園設計經驗進行回覆。
- 和建工程顧問公司工程提出之案例除與道路相關設計內容額外增加擋土牆之應用於 BIM 設計方式，台科大團隊將會用其提供案之案例新北汐止康寧街進行設計證明其可行性。

- BIM 資料管理問題和檢視器需求：

- BIM 資料管理、檢視器需求台科大團隊也將與營建署道路組進行討論及後續的規劃。

- 管線問題回覆：

- 至於地下管線之 GIS 整合至 BIM 設計也預計於台科大團隊內部進行細部規劃與討論，如果規劃完畢也將提供營建署道路組進行整合推廣。
- 地下管線探查，營建署道路組開始招標規劃請其他外包廠商使用透地雷達進行管線的偵測。



圖表 2-66 北部試點案件會議照片

2.6.1.2. 中部試點案件：

地點：427 台中市潭子區豐興路一段 512 號(台中市養工處)

時間：109 年 11 月 20 日

與會成員：營建署道路組、台中養工處、台科大團隊和日宏營造有限公司等顧問公司。

會議內容：

與會之工程顧問公司和台中養工處遵循 109 年 10 月 14 日營建署「提升道路品質計畫 2.0 提案原則說明會」公告資訊執行案件，對於 BIM 推行提出想法。討論議題包含 BIM 審核執行如何推行、經費問題、BIM 資料建立及管理問題和傳統設計案件遭遇困難。如下：

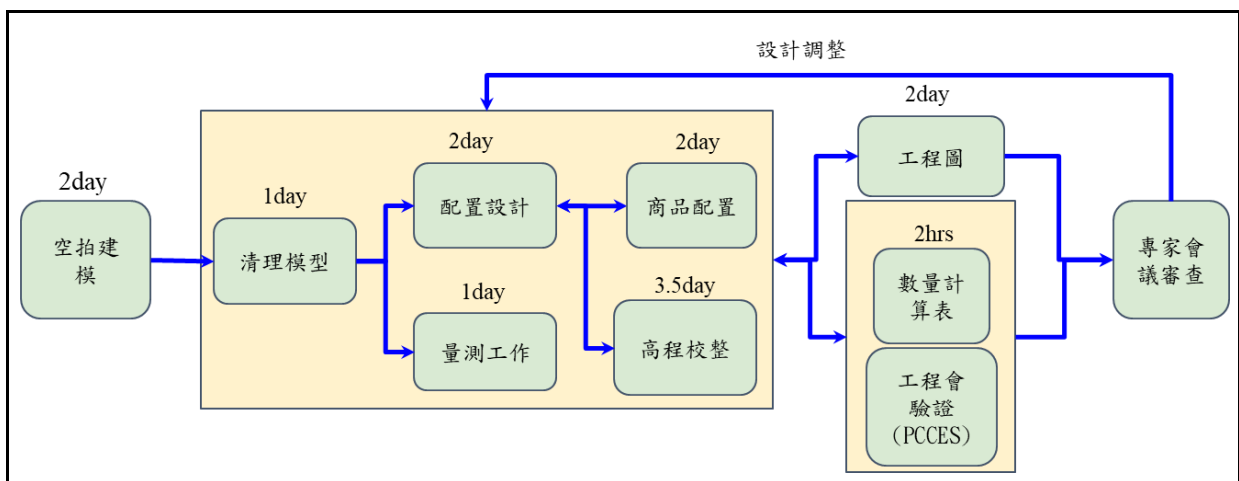
會議討論內容

- BIM 審核執行如何推行
 - 設計圖與竣工圖差異比對，驗證變更設計。
 - 希能輔助檢核設計錯誤，如設計物與現地物介面不符處。
 - 訂立公定規格，以及檔案格式。
 - 量測技師簽名問題，將來要如何在 BIM 設計驗證簽名。
 - 期程管理問題，營建署方提出使用 BIM 流程設計應加長基設期程，縮短細設期程。
- 經費問題
 - 以現有服務市場工程款 1% 難以作出 BIM → 建議利用 BIM 省下量測費用挪用之。
- 傳統設計案件遭遇困難
 - 顧問公司表示：如實完成傳統測量的設計其實並不會產生高程錯誤，會產生誤差皆是量測、設計、審查不力所造成。
 - 顧問公司建議，各地行情不同，成本不同，營建署需要因應補助之辦法，否則只能在北部才推行的動。
- BIM 資料建立及管理問題
 - 台中市政府養工處提議希望將來能建立圖資管理系統，能由中央到地方綜觀轄下全部案件資料。
 - 遭遇樹多難拍環境，建議拍攝方式。

會議問題回覆：

- BIM 審核執行如何推行回覆：

- 政策面與執行面問題已由營建署道路組團隊統一回覆，並將會議議題帶回署內討論。
- 對於 BIM 的執行規劃遭遇困難，會中決議由台科大團隊協助訂定自主檢查表標準規範以利基層執行單位與顧問公司有規範可依循。
- 設計變更時程問題：變更 BIM 模型條件時，只須合併已完成的 BIM 紀錄幾何資訊(涵蓋配置設計、量測工作資料)，到完成設計約 9.5 天。依據汐止康寧街案例發生設計變更需求統計總共花費 8 工作天，依據實測時間短於原始預估時程。透過 BIM 設計將工作階段細分，因此更能掌握各階段執行進度，因為設計連動使得時間控管能更準確預估。變更內容計有：
 - 刪除用不到的原有線段素材跟原有鋪面：1day
 - 調整高程，拉出設計高：2.5day
 - 調整鋪面高程(洩水坡度)並制做鋪面：2day
 - 設計鋪面樣式、放置鋪面商品，視情形再調整鋪面高程：0.5day
 - 製作素材：0day
 - 放置素材：1.5day
 - 標線：0.5day

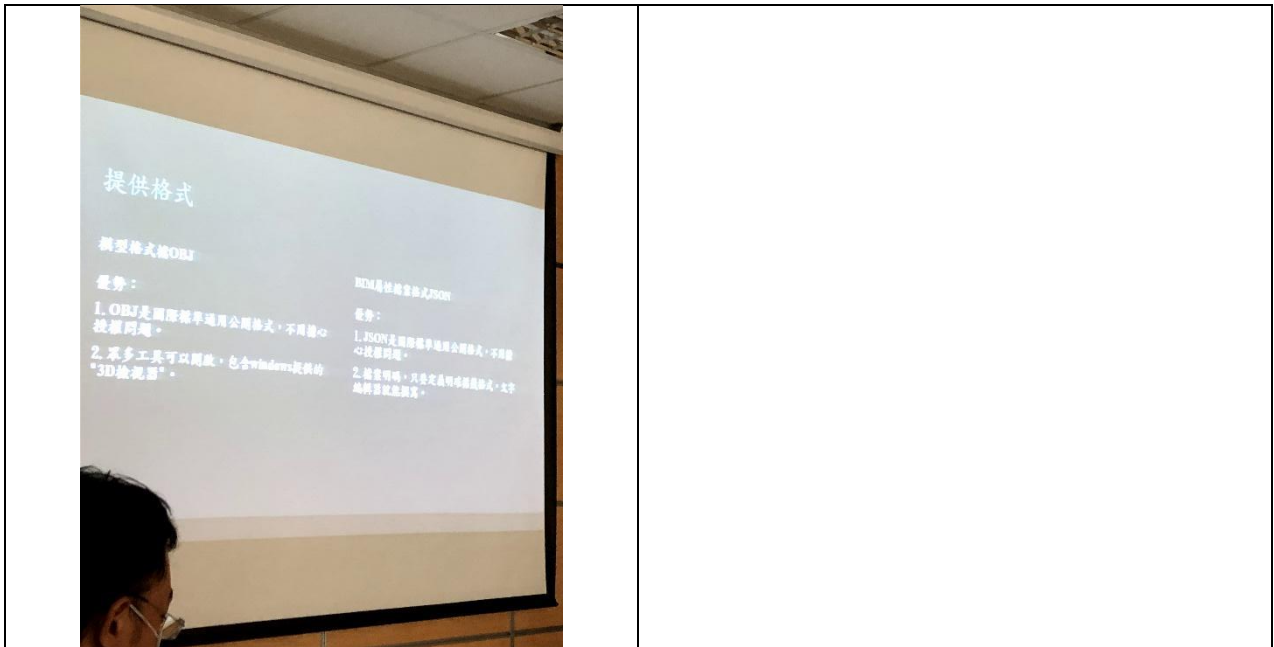


圖表 2-67 BIM 設計流程圖

- 經費問題回覆：

- 已由營建署道路組團隊回覆，並將會會議議題帶回署內討論。
- 傳統設計案件遭遇困難回覆：
 - 台科大團隊以分享案例一新北林家花園執行經驗分享如何透過 BIM 執行方式來克服。
- BIM 資料建立及管理問題回覆：
 - 圖資管理系統議題為將來執行目標，會將議題帶回署內討論。
 - 樹多需要多角度細節拍攝，拍攝重建後的環境模型需要在做實景環境的清理工作。





圖表 2-68 中部試點案件會議照片

2.6.1.3. 南部試點案件：

地點：612 嘉義縣太保市祥和二路東段 8 號 2 樓 202 教室(嘉義縣政府人力發展所)

時間：110 年 9 月 11 日

與會成員：嘉義縣政府、營建署道路工程組、台科大團隊、嘉義縣溪口鄉公所、嘉義縣民雄鄉公所、竹崎鄉公所、新港鄉公所、元創地景設計有限公司、旭城工程公司、柏和土木結構技師事務所、源隆技術顧問有限公司、張嘉玲建築師事務所和亞新工程顧問(股)有限公司等。

會議內容：

- BIM 模型重建問題：
 - 元創地景設計有限公司提出，需要低處細節目前使用方式手持裝置建點雲重建，空拍是否也能達成此任務。
 - 旭城工程公司，航道內案件空拍問題請問台科團隊是如何克服的。
- BIM 軟體學習：
 - 元創地景設計有限公司，軟體開發、委外或自行設計以及人力學習問題。多數廠商仍與軟體熟悉磨合中。
- BIM 資料格式未統一：
 - 旭成工程公司，目前業界設計遭遇問題透過多組工具轉換，工具轉換造成屬性資料遺失問題，BIM 的資料是否可以由營建署訂定統一表準：
 - ◆ 顧問公司端常用 CAD、Civil 3D。
 - ◆ 委外設計公司大塚科技端常用 Revit、Naviwork。
- BIM 數量精確度問題：
 - 源隆技術顧問公司，BIM 連動設計台科大團隊如何達到不規則體積數量精確計算。

會議問題回覆：

- BIM 模型重建問題：
 - 本試辦案件之案例一林家花園已有處理屋簷以下之實景細節，通常空拍機飛行時是以固定海拔高度飛行，只須避開人車壅塞時間即可順利完成。
 - 本團隊也有進入花蓮空軍基地空拍執行任務過，只需依照程序申請及與有關單位溝通即可獲得飛行許可。
- BIM 軟體學習：

- 建議營建署可以邀請各家廠商舉辦 BIM 設計工具之教育訓練及證照推行。
- BIM 資料格式未統一：
 - 本專案已有提供 BIM 公開標準 JSON 格式，如有需求可依照標準格式產生 BIM 資料檔以克服版本不相容問題。
- BIM 數量精確度問題：
 - 體積計算問題，本團隊利用 voxel(體像素演算法積分體積)，目前業界也有多項工具可以執行體積計算。
 - 數量計算精確度問題，本團隊設計時計算內容即為實際擺放物件，在所有設計聯動狀態自然精確度不會有誤差。





圖表 2-69 南部試點案件會議照片

2.6.2. 建立教學示範網站

我們除了將指定案例(三案)之製作與教學教材、影片等相關資料，依據 BIM 檔案命名規範與資料格式，作為示範性展示之外。我們也預計建置公開教學示範網站(<http://oot.csie.ntust.edu.tw/BIMTechnology/>)，將教材等有利推廣 BIM 於道路應用之素材分享與大眾。同時，也將於網站內，分享 BIM 聯盟與 BIM 代理團之服務案例之內容。此外，我們並提供計畫結案後，一年之免費系統維運。

- I. 示範網站：依據 109 年 5 月 11 日於營建署會議決議 1. 將三案件成果影片以教材方式建立，2. 並協助訂定自主檢查表，及自主檢查範例影片。並建立公開之 BIM 檢視器示範教學教材網站附件於 BIM 實景檢視器資料包中，網站內除了 BIM 檢視器教學教材、有利推廣 BIM 於道路應用之三組試辦案例成果影片。



圖表 2-70 教學示範網站首頁

- II. BIM 聯盟與 BIM 代理團之服務案例之內容：110 年 5 月 11 日於營建署道路組會議室，討論自主檢查表於後續推廣將分為為初、中、高三個執行階段，藉此劃分廠商執行與規劃案件之層級。並於 110 年開始之前瞻計畫 2.0 執行階段先以落實自主檢查表初階為基礎進行執行，以此統一標準規範承包商落實 BIM 設計。

- 範例影片：<https://www.youtube.com/watch?v=hliNk3qT1aU&t=6s>
- 初階自主檢查表公告格式如下圖：內政部營建署「提升道路品質(內政部)2.0」BIM 自主檢查表。(參考附件六)

A. 自主檢查表影片章節包含：

- 自主檢表格：於影片段落皆附上自主檢查項目，並於完成項目上打勾註記。

自主檢查表					
內政部營建署「提升道路品質(內政部)2.0」					
BIM 自主檢查表					
案件名稱：					
項次	自主檢查內容	提案單位 自主檢查		驗府 審查	
		有	無	有	無
1	BIM設計後之實景模型+設計內容套疊檔案 (JSON or OBJ or DAE等)				
2	BIM實景內容提供等比例尺寸量測				
3	BIM設計內容提供等比例尺寸量測				
4	能使本署電腦正常開啟檔案，如無法開啟BIM實景模型案件要提供 (Lod)等優化方案或於設計審查時提供可開啟檔案之硬體設施檢閱操作				提供優化方案
					提供硬體設施
5	查看工程專案資訊				
6	BIM自主檢查影片(影片內容包含以上檢查項目)				

圖表 2-71 自主檢查表段落

- BIM 設計後之實景模型+設計內容套疊檔案：依照所繳交資料會日 BIM 實景檢視器，匯入資料可以是 JSON 、 OBJ 和 DAE 等格式。

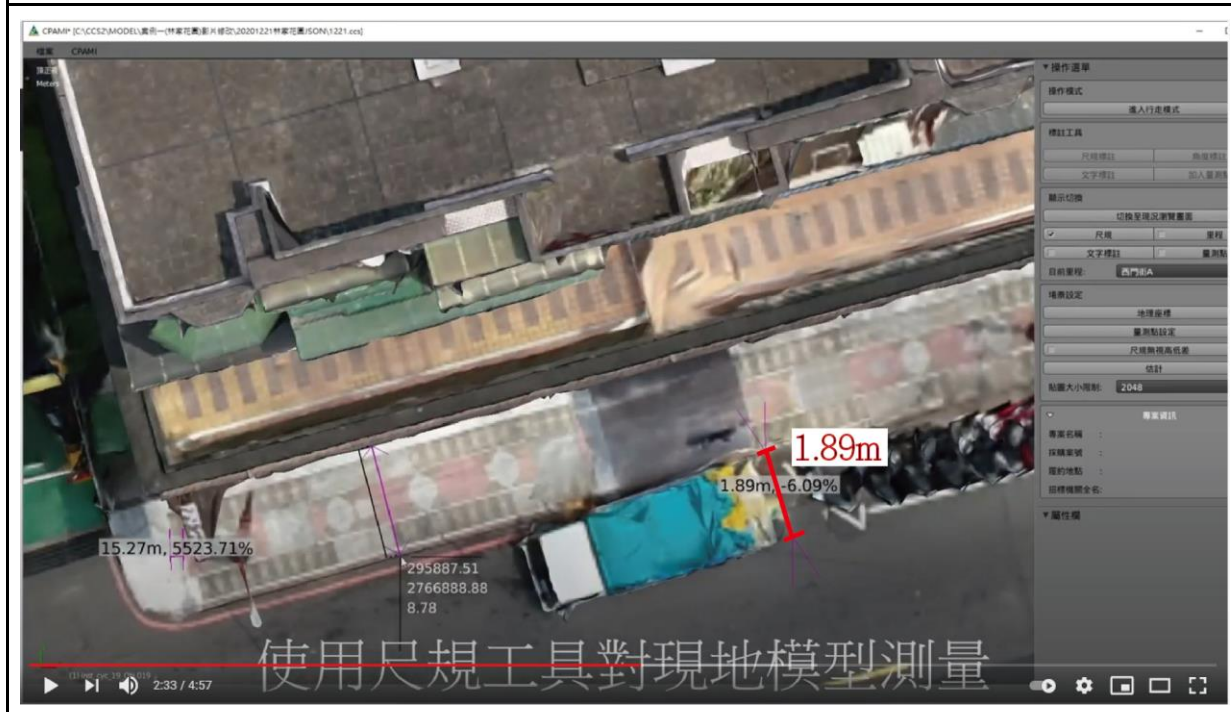
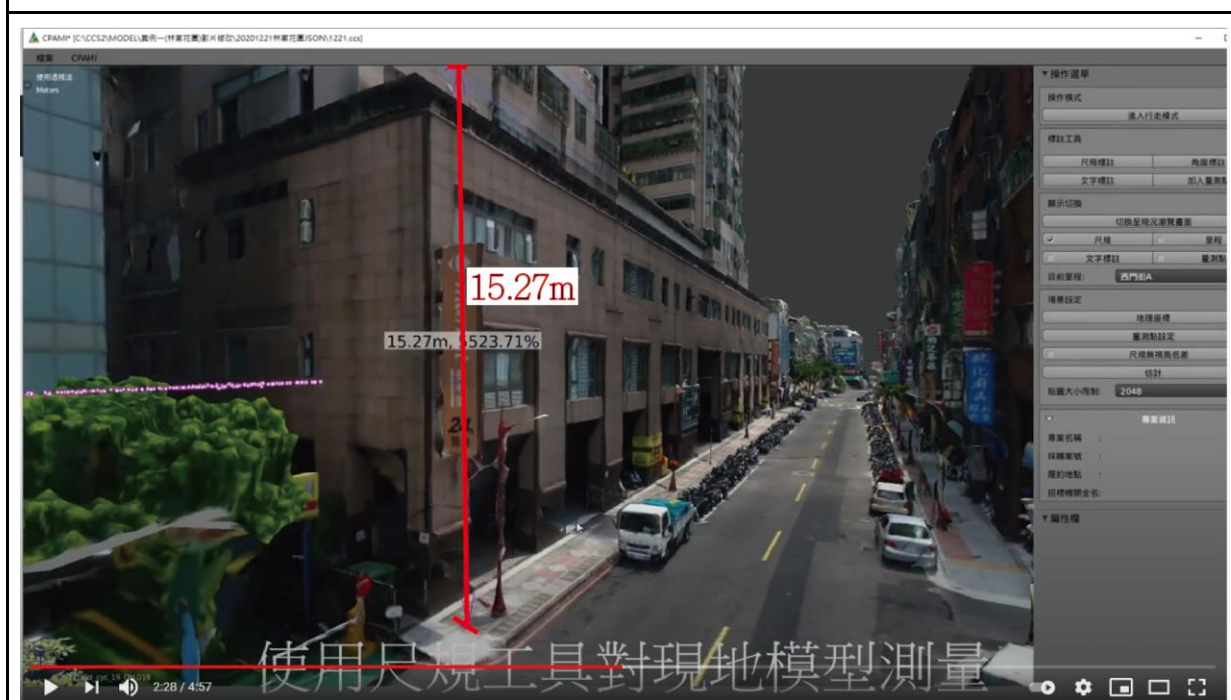
BIM 設計後之實景模型+設計內容套疊檔案
(JSON 、 OBJ 和 DAE 等)。



圖表 2-72 BIM 設計後之實景模型+設計內容套疊檔案段落

- BIM 實景內容提供等比例尺寸量測：對於匯入之實景利用尺規工具進行尺寸檢測，藉此證實為等比例模型的真實性。

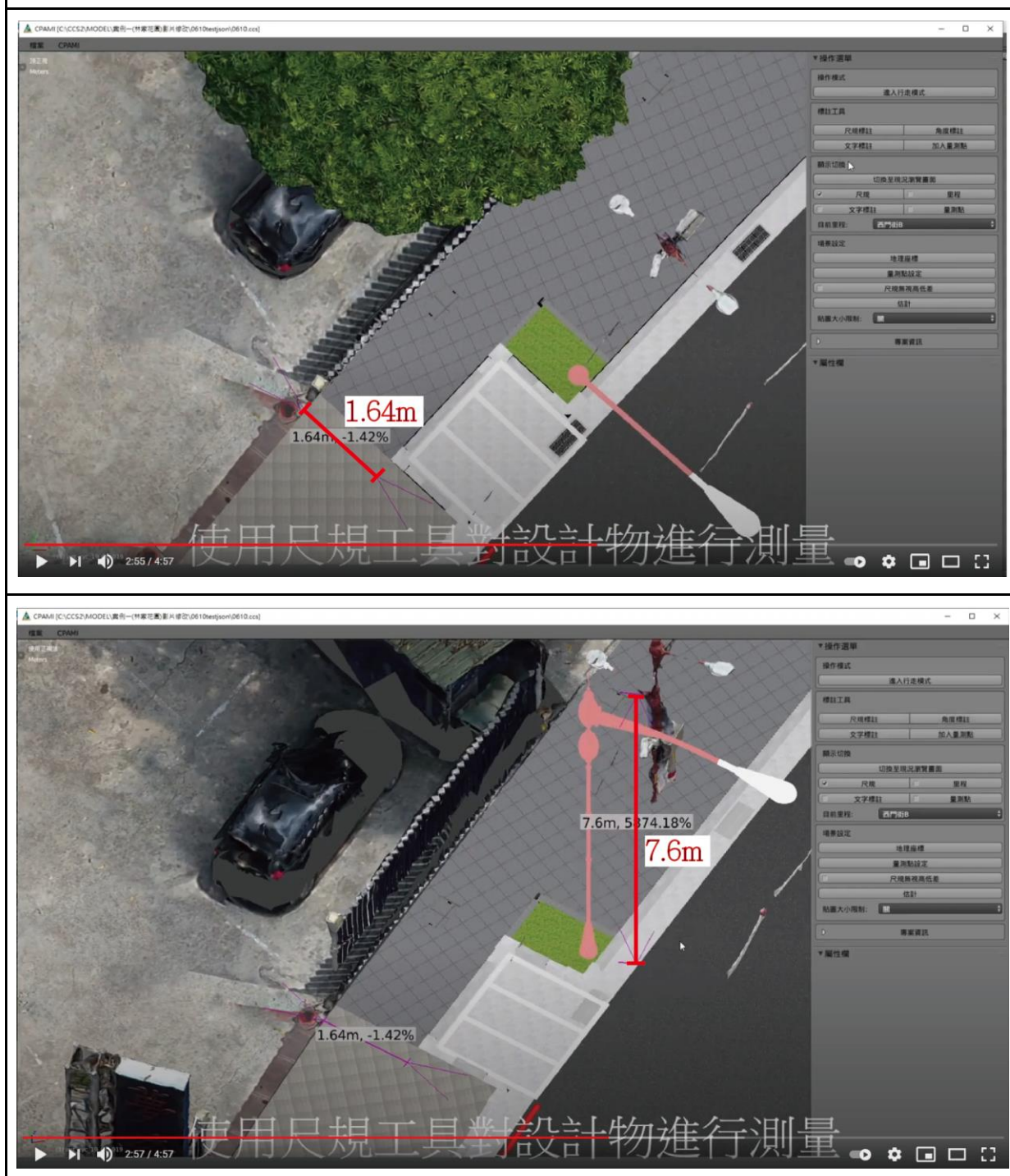
BIM 實景內容提供等比例尺寸量測



圖表 2-73BIM 實景內容提供等比例尺寸量測段落

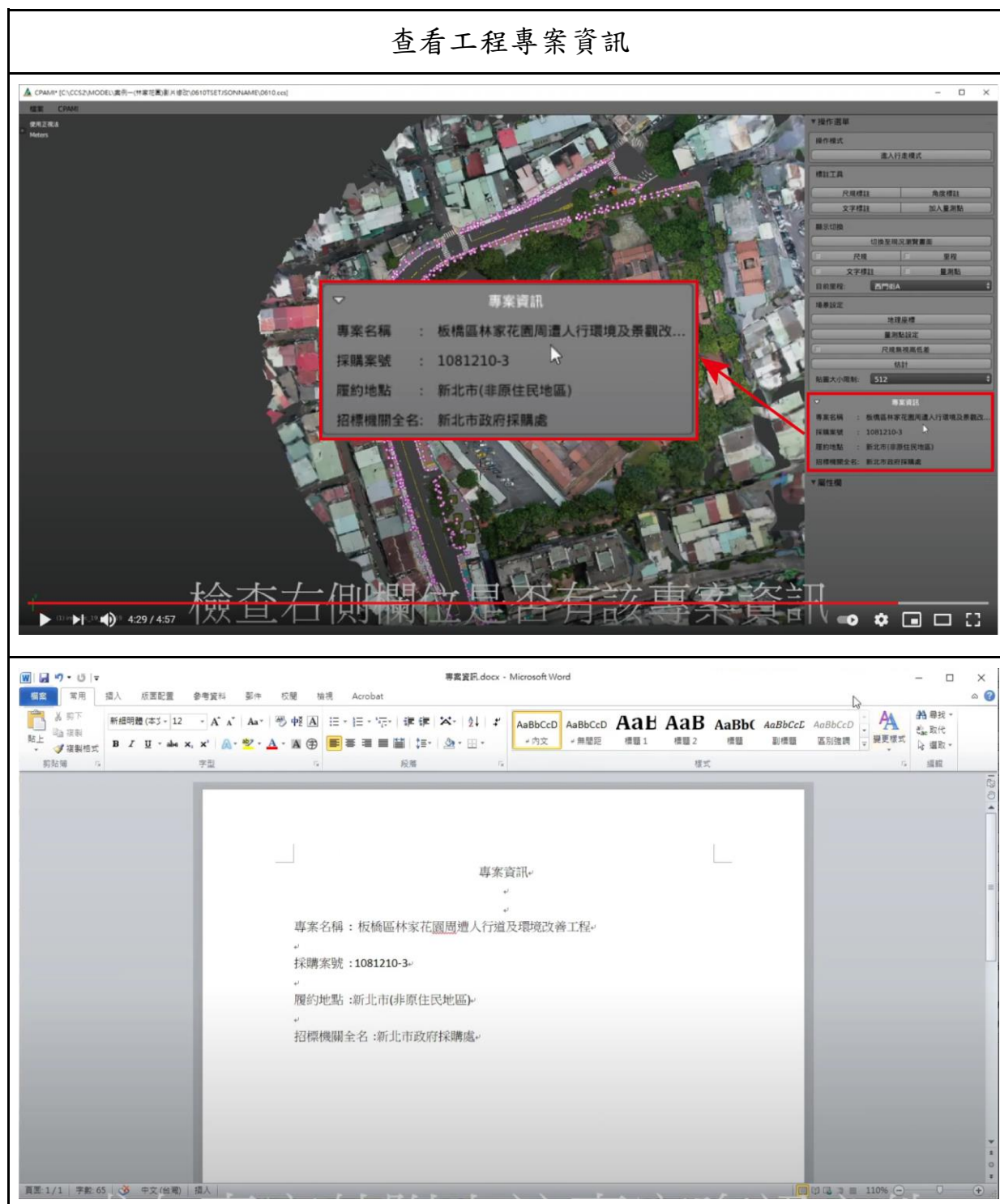
- BIM 設計內容提供等比例尺寸量測：對於匯入之設計內容使用尺規工具進行尺寸檢測，藉此證實為等比例模型的真實性。

BIM 設計內容提供等比例尺寸量測



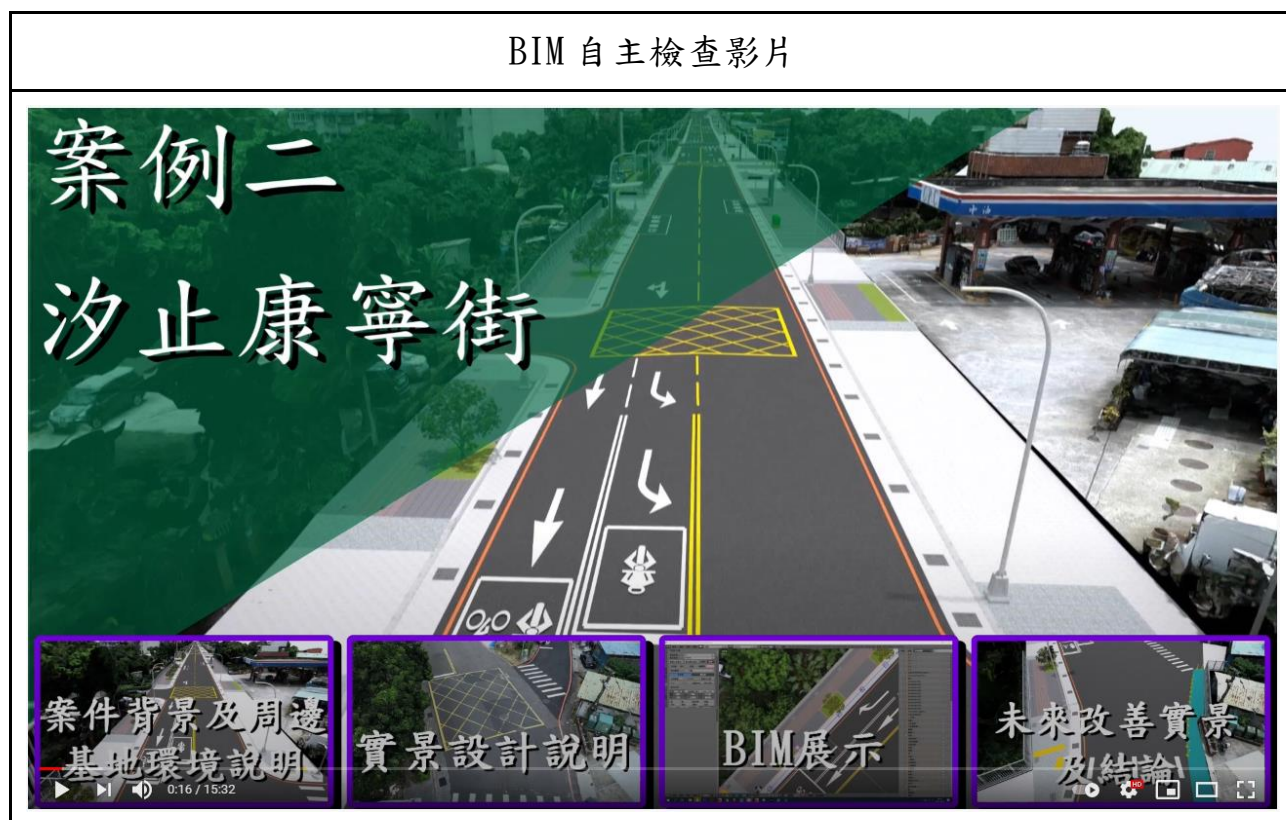
圖表 2-74 BIM 設計內容提供等比例尺寸量測

- 查看工程專案資訊：工程端專案資訊分為兩種觀看模式，1. 匯入 JSON 直接於檢視器觀看。2. 非匯入 JSON 專案，直接提供工程專案資訊 Word 檔案提供備查。



圖表 2-75 自主檢查表範例影片段落

- BIM 自主檢查影片：參考案例二新北汐止康寧街成果影片，以法規面針對設計內容進行審核。



圖表 2-76BIM 自主檢查影片段落

案件名稱：

項次	自主檢查內容	提案單位 自主檢查		縣府 審查		備註說明欄
		有	無	有	無	
1	BIM 設計後之實景模型+設計內容套疊檔案(JSON or OBJ or DAE 等)。					
2	BIM 實景內容提供等比例尺寸量測。					
3	BIM 設計內容提供等比例尺寸量測。					
4	能使本署電腦正常開啟檔案，如無法開啟 BIM 實景模型案件要提供(LoD)等優化方案，或於設計審查時提供可開啟檔案之硬體設施檢閱操作。					提供優化方案
						提供硬體設施
5	查看工程專案資訊。					
6	BIM 自主檢查影片(影片內容包含以上檢查項目)。					

表格 2-5 內政部營建署「提升道路品質(內政部)2.0」BIM 自主檢查表

2.6.3. 建立 BIM 代理團

為消弭因導入 BIM 所增加之成本與人才難尋與管理等兩大阻礙，建立 BIM 代理團隊，乃為試解決問題的手段之一。我們組建 BIM 代理團隊，以專業的背景、實際的經驗，提供諮詢、顧問、協作與整合服務等提供專注專業的全面性代理，發揮深耕孕育、培養和運作經驗傳承，以訴求降低工作量與成本為主軸，應期盼能改善 BIM 之全面應用性！

2.6.3.1. BIM 代理團待克服困難

從本試辦案件、北中南試點案件和本年度一月開始落實執行 BIM 案件至今，整理出營建署、評審委員和縣府(廠商)執行案件所遭遇困難。

A. 營建署

- 對 BIM 知識尚未充分了解，因此廠商針對 BIM 技術性提問皆無法藉由洽詢機關獲得明確回覆。
- 無公開透明之 BIM 標準格式，廠商繳交之 BIM 資料無法達到普遍化並且無法透過通用軟體工具直接檢視。使營建署及顧問公司，只能每年租用國外相關軟體，讀取不公開且受限制的 BIM 內容。
- 需明訂並公告 BIM 繳交之標準格式，避免廠商為應付而隨意提供不完整的資料，而造成營建署非必要性之人力資源浪費問題。
- 缺乏專業代理團隊協助檢查審核廠商繳交之 BIM 資料，並於初期輔導階段協助營建署執行案件格式檢核。

B. 評審委員

- 現今案件審議過程 3D 輔助模型的呈現方式尚未普及，於會議時對於案件設計內容委員可能無法充分解讀設計，使得無法提早協助發現設計缺失。
- 於審核會以前缺乏工具及設備協助，委員無法提前檢核待審 BIM 案件內容。
- 審核會議時因設備不足，無法互動方式討論案件。

C. 縣府（廠商）

- 缺乏相關 BIM 知識，於業務上無法落實執行困難。
- 無明確且公開之 BIM 交換格式，使廠商不知道如何在公開之檢視工具上達到屬性資料的檢視。

- 缺乏專業代理團隊協助縣府單位檢查審核廠商繳交之 BIM 資料。
- 缺乏教育訓練隊指導廠商因繳交之 BIM 資料格式。

2.6.3.2. BIM 代理團隊解決對策

依據 110 年 5 月 11 日於營建署會議決議，BIM 代理團隊的推行分為兩大主軸。(一). 如何提升基層執行單位對於 BIM 工程案件的認知，能主自主清楚判斷顧問公司所繳交資料是否符合自主檢查表規範，並能正確使用檢視工具審查 BIM 工程設計資料。(二). 訂定代理團隊分級執行方式，明定代理團隊分為初、中、高階三個層級成員，能符合自主檢查規範著廣泛符合各階段代理團成員，有能力協助指導其他尚不符合之顧問公司。

- I. 訂定代理團隊成員之方式之分類依據 110 年 5 月 11 日會議定義自主檢查表定義廠商於代理團隊之初、中、高層級。並於 110 年 6 月 4 日線上會議討論訂定各階段內容校正參照下列初階、中階、高階自主檢查表。

BIM 自主檢查表(初階)		
INDEX	DESCRIPTION	CHECK
1	BIM 設計後實景模型+設計內容(JSON、OBJ、DAE)。	
2	地理資訊 metadata.xml。	
3	BIM 實景內容提供等比例尺寸量測。	
4	BIM 設計內容提供等比例尺寸量測。	
5	審查時檢視地理座標。	
6	依照公告電腦規格如無法開啟 BIM 實景模型案件要提供(LoD)等優化方案。(備註項目)	
7	查看工程專案資訊。	
8	BIM 自主檢核影片或照片，內容包含以上 1 至 5 項。	
9	BIM 自主檢核影片。	

(初階)自主檢查表

BIM 自主檢查表(中階)		
INDEX	DESCRIPTION	CHECK
1	初階所有內容。	
2	BIM 設計前實景模型(obj or dae)。	
3	設計內容屬性資料。	
4	設計內容數量估計。	
5	設計內容 LoD 資料。	
6	查看道路里程樁號。	
7	原始／設計後原地切換。	
8	BIM 自主檢核影片或照片，內容包含以上 1 至 7 項。	

(中階)自主檢查表

BIM 自主檢查表(高階)		
INDEX	DESCRIPTION	CHECK
1	中階所有內容。	
2	剖面預覽。	
3	剖面工程圖。	
4	變換材質。	
5	等高線呈現功能。	
6	BIM 自主檢核影片或照片，內容包含以上 1 至 5 項。	

(高階)自主檢查表

II. 為強化 BIM 工程設計之落實，初步除了提供顧問公司依據本計畫之三部成果影片為參考進行設計成果呈現。未來預計執行工作：

- A. 進一步協助輔導承辦基層執行單位(縣，鎮，鄉)除了使其能感受到 BIM 對他們業務上能帶來的幫助，對於工程案提更能落實執行面及施作面之品質控管。
- B. 協助 BIM 工程資訊於施工前、設計模擬與完工等階段，進行檔案保存、更新與比較分析等作業之 SOP 作法建立與熟悉。
- C. 協助各應用工程設計系統間的 BIM 資料轉換，以利符合 BIM 規範。
- D. 輔導 BIM 檔案內容之設計審查機制熟悉與 SOP 建置，以利設計內容符合規範要求。例如：協助輔導執行單位對於承包顧問公司繳交 BIM 資料是否符合自主檢查規範之判讀。
- E. 辦理 BIM 基礎職能專業之訓練課程，輔導取得 BIM 職能證照之取得。

3. 預期成果實現進度

經由本計畫之執行，預期目標執行進度總結：

3.1. 提升相關業者與各縣市政府及鄉、鎮、市、區公所，了解 BIM 應用於市區道路之可行性：

- I. 109/9/19 於台北市土木技師公會召開研討會，與相關業者討論 BIM 在道路工程上的應用與政策。
- II. 109/10/14 協助營建署於全國承辦單位會議題目「提升道路品質計畫 2.0 提案原則說明會」，宣告將於前瞻計畫 2.0 推行市區道路 BIM 之應用。
- III. 110/1/15 協助營建署於台科大資工系電腦教室進行「BIM 設計審查種子人員培育訓練課程」，以實例傳達各縣市政府及鄉、鎮、市、區公所 BIM 應用於市區道路之可行性，分享使用 BIM 進行審查的實際做法。

3.2. 經由指定三項案例以及北中南各一試點案例製作與分享，作為各縣市政府及鄉、鎮、市、區公所辦理市區道路規劃、設計、施工、預算管控及管理維護等全生命週期管控能力之確實掌握：

- 完成以 BIM 試辦指定三項案例。

3.3. 提供建置 BIM 試辦案例，供各縣市政府及鄉、鎮、市、區公所辦理市區道路規劃、設計、施工、預算管控及管理維護等全生命週期管控能力之參考依據：

- 三項案例已完成，各案例示範教材製作已製作完畢。

3.4. 提出市區道路 BIM 應用後續如何推動與建置政策之具體方針，增進未來提升工作推展效益：

- 已於 110 年 6 月 4 日會後與營建署共同建立自主檢查表標準規範內容（附錄四），並於 110 年 7 月 27 日正式公告自主檢核表（附錄六），藉此提供基礎執行單位依循統一規範推行案件和廠商依照其規定繳交標準資料。

3.5. 完成建置教學示範網站，分享指定與試點案例之製作與教學教材、影片等相關資料、示範展示 BIM 檔案命名規範與資料格式，推廣 BIM 於道路應用之素材分享：

- 並建立公開之 BIM 檢視器示範教學教材網站附件於 BIM 實景檢視器資料包中。其中包含操作教學和推廣 BIM 於道路應用之參考素材。

3.6. 組建 BIM 代理團，消弭因導入 BIM 所增加之成本與人才難尋與管理等兩大阻礙，並發揮深耕孕育、培養和運作經驗傳承，以開展 BIM 之全面應用性：

- 已於 110 年 6 月 4 日與營建署線上會議定稿自主檢查表初、中、高階段執行內容(見 2.2.4.1)。並於會議中明訂凡是能繳交符合自主檢查表任意階段者，即可認定為各階段 BIM 代理團隊成員，並有資格協助輔導其他顧問公司，藉此方法推動業界互相經驗傳承 BIM 執行經驗以達到 BIM 全面性之推廣。

4. 結論

本計畫已完成：

- 論述市區道路 BIM 應用之必要性：本團隊進行相關研究的調查，經由其執行效益和價值整理出 BIM 將能帶給市區道路建設的優勢。
- 國內外現行推動 BIM 應用於市區道路遭遇問題及改善對策研究：本團隊執行相關案例研究調查比對其執行之優缺點，對於遭遇問題提出改善對策。並於案件執行期間對於 BIM 推行遭遇問題，提出解決方法之執行進度報告。
- 配合營建署指定之生活圈或人本道路或提升道路品質計畫路段辦理 BIM 試辦案例：本團隊完成試辦案例之 BIM 設計執行，案件計有新北林家花園(案例一)、汐止康寧街(案例二)和台中市北區忠明路(案例三)。於案件執行中發現傳統設計遭遇問題，並輔以 BIM 設計提出適當之執行方案。
- 製作 BIM 設計成果影片(3 案)以加強 BIM 應用於提升道路品質計畫(內政部)、生活圈計畫或人本道路推動與推廣：本團隊完成 3 案件成果影片：
 - 案例一：BIM 應用於道路工程案件對於整體案件執行帶來之優勢介紹。
 - 案例二：對象族群為各地方政府及顧問公司，設計審核階段呈現內容示範如何透過 BIM 設計進行設計內容自我法規審核，確保將來所有工程案件皆能依循法規施作。竣工階段除法規審核外，也針對評審委員依據以人為本的建議以 BIM 為基礎呈現更完善的施作建議。
 - 案例三：對象族群為一般社會大眾，BIM 設計強調所見及最終施作成果，能早一步於施作前協助地方政府讓居民從現況周邊的場景為基礎，透過 3D 實景和設計內容的整合，先行檢視並體會施作後之成果。
- 市區道路 BIM 應用後續如何推動與建置建議：本團隊對於未來之執行方向提出最佳解決方案。
- 創意或廠商承諾額外給付相關情形，本團隊已經完成創意和額外給付內容：
 - 落實 BIM 應用案例：已完成北、中和南各一試點案例。

- 建立教學示範網站：我們除了將指定案例(三案)之製作與教學教材、影片等相關資料，建置於公開教學示範網站 (<http://oot.csie.ntust.edu.tw/BIMTechnology/>)，將教材等有利推廣 BIM 於道路應用之素材分享與大眾。
- 建立 BIM 代理團：本團隊對於 BIM 執行以來發現之問題，依據營建署、評審委員和縣府(廠商)進行問題分析，並進一步提出執行對策建議。
 - ◆ 對於 BIM 知識不足問題，由落實自主檢核表開始，再對相關承辦人員進行教育訓練。
 - ◆ 對於無統一 BIM 規格問題，本團隊提供統一且公開標準 BIM JSON 文件。
 - ◆ 對於無統一 BIM 檢視工具，本團隊協助開發通用檢視軟體，以協助除了檢視 3D 物件還能取得工程物件之屬性資料。

針對市區道路 BIM 應用是必然的趨勢，歷經此計畫的開展，已有初步的成效。但是，面對新趨勢的到來，導入 BIM 於道路應用，仍須有各級政府與民間各團體、公司行號與相關專業人士，共同持續努力，才有達成全面開展 BIM 應用於市區道路到來的一天。

參考文獻

- [1] 陳瑞鈴、楊智斌,「國內外推動 BIM 之策略與成效比較研究」, 內政部建築研究所協同研究報告 2016/02.
- [2] 「BIM 技術:資訊時代背景下建築業的二次革命」,中華建設網 [線上]. Available: <https://kknews.cc/tech/rzzo9y4.html>. [存取日期: 2017/05].
- [3] 「BIM 模型與 CAD 圖紙的區別」 [線上]. Available: <https://kknews.cc/design/624mmjm.html>. [存取日期: 2020/04/20].
- [4] 「BIM 應用的益處」,中國 BIM 培訓網 [線上]. Available: <https://kknews.cc/design/q2lqzry.html>. [存取日期: 2019/05].
- [5] 何正吉、曾義探,「鐵道工程及建築資訊建模(BIM)技術應用」,交通部鐵路改建工程局出國考察報告, 2016.
- [6] 許坤榮,「建築資訊模型發展道路圖」臺灣建築學會會刊雜誌, 2016/01.
- [7] 「提升道路品質計畫 2.0 提案原則說明會」,營建署 MyWay [線上]. Available: <https://myway.cpami.gov.tw/Article/newsArticle/ArticleCont/427.html>. [存取日期: 2020/10/14].
- [8] 「BIM 設計審查種子人員培育訓練」,營建署 MyWay [線上]. Available: <https://myway.cpami.gov.tw/Article/newsArticle/ArticleCont/432.html>. [存取日期: 2021/1/19].
- [9] 數碼阿叔(柏基),「建築師如何迎接 BIM 時代的來臨」2011. [線上]. Available: <http://digital-pai.blogspot.com/2011/>.
- [10] 吳欣修,「都市人本交通規劃設計手冊(第二版)」,內政部營建署, 2018.
- [11] 「The Ultimate BIM Software List for 2019」 [線上]. Available: <https://www.lodplanner.com/bim-software/>. [存取日期: 2020/4/20].
- [12] 「營建署人本道路資訊網」 [線上]. Available: <https://myway.cpami.gov.tw/Ebooks/indexhttps://myway.cpami.gov.tw/Ebooks/index>. [存取日期: 2020/04/20].
- [13] 「BIM 軟體列表」 [線上]. Available: <https://kknews.cc/zh-tw/tech/bm2zb9n.html>. [存取日期: 2020/04/20].
- [14] 楊智斌,「國內公共工程運用 BIM 技術案例與分析」,「機關辦理公共工程導入建築資訊建模 BIM 技術」委託專業服務案成果報告 2016/01.
- [15] 張育銘,林祐正,「BIM 應用於公路工程可行性評估之研究」,電子計算機於土木水利工程應用研討會」 2013.
- [16] 「市政道路設計 | 基於 Bentley 平台的 BIM 應用和待解決的問題」 [線上]. Available: <https://kknews.cc/design/x254p9q.html>. [存取日期: 2020/04/20].
- [17] 「洛陽市政集團在市政道路立交工程中的 BIM 應用」 [線上]. Available: <https://twgreatdaily.com/0Ak86WwBJleJMoPMfAlE.html>. [存取日期: 2020/04/20].
- [18] 「BIM 技術有哪些效益」,中國 BIM 培訓網」 [線上]. Available: <https://kknews.cc/design/j822k2e.html>. [存取日期: 2017/04].
- [19] 劉政雄,劉宏裕,邱奕哲,劉人豪,王維毓,譚家瑞,王慶麟,「淺談 BIM 技術在大型土建工程之應用與效益」 *Journal of Professional Geotechnical Engineers*, p. 6, 2017.

- [20] 「BIM 翻模越多，距離正向設計越遠-道路 BIM 技術討論之(一)， 科技工作者之家」 [線上]. Available: <https://www.scimall.org.cn/article/detail?id=1067843>. [存取日期: 2020/04].
- [21] 游中榮，鄭光祐「BIM 在軌道運輸工程設計之應用」 Journal of Professional Geotechnical Engineers, No. 16
- [22] 「BIM 理念在國內的道路橋樑隧道工程中如何應用」 [線上]. Available: <https://www.doyouknow.wiki/a/202102/6623.html>. [存取日期: 2021/03].
- [23] 「BIM 技術在市政道路工程設計中的創新，中國論文網」 [線上]. Available: <https://m.xzbu.com/1/view-14810217.htm>. [存取日期: 2021/03].
- [24] 「BIM 技術在道路工程中的應用，甘肅科技縱橫」 [線上]. Available: <https://m.fx361.com/news/2020/1102/7676442.html>. [存取日期: 2020/11].
- [25] 謝尚賢「為 BIM 而 BIM 的陷阱，不可不慎！」營建知訊 443 期 (2019): 54-56.
- [26] 「BIM 案例——白雲區新園路道路工程建設項目」 [線上]. Available: <https://xw.qq.com/cmsid/20201229A01VIM00>. [存取日期: 2021/02].
- [27] 李政安, et al. 「建築資訊模型 (BIM) 於安坑輕軌系統安心橋設計施工應用實務探討」土木水利, 2021, 48.1: 29-36.
- [28] 「第三航站區建設計畫，桃園國際機場股份有限公司」 [線上]. Available: https://www.taoyuanairport.com.tw/main_ch/docdetail.aspx?uid=1741&pid=25&docid=170. [存取日期: 2021/06].
- [29] 「上海北橫通道新建工程 BIM 案例」 [線上]. Available: <https://twgreatdaily.com/f0vzcmwBvvf6VcSZVH5y.html>. [存取日期: 2019/08].
- [30] 「2017 年湖南建工集團獲獎項目連載八：常德市金牛路項目 BIM 技術應用，個人圖書館」 [線上]. Available: http://www.360doc.com/content/18/0125/11/14715637_724949373.shtml. [存取日期: 2018/01].

附錄一 期中審查會議委員意見及辦理情形

一、會議時間：110 年 4 月 13 日上午 10 時

二、會議地點：內政部營建署五樓大禮堂

三、主持人：張組長之明

發言者	意見	回覆
許委員明隆	1. 工作內容中-論述市區道路 BIM 應用之必要性，惟期中報告書內僅有針對 BIM 應用在建築物方面之論述，建議可補強說明市區道路哪些面向優勢可作為推動 BIM 應用之考慮因素。 2. 國內外現行推動 BIM 應用於市區道路之成功案例所引用之內容較簡易，建議針對此部分多加敘述。 3. BIM 在國內外的操作已證明可以有效協助解決工程上常見的錯誤以節省工程成本，建議可說明未來如何有效應用於市區道路上之規劃（如共同管道、地下纜線、交通管制設施、道路路型等）。 4. 期中報告部分文字有誤建議修正。 5. 市區道路 BIM 應用推動時程（普及推廣-輔導觀摩-落實應用-全面實施）建議四個階段可加註預計時間。	1. 已由章節 2.1.3 回覆(p30) 2. 已由章節 2.2.1 案例研究中增加(p33) 3. 已由章節 2.2.1.5 案例進行回覆(p44) 4. 已修正完畢 5. 已與營建屬共同定義自主檢查規範。(p54)
吳委員振榮	1. 市區道路至少包含規劃、設計、施工、維護、廢棄等五個面向，建議可針對這五個面向說明 BIM 的應用與傳統作法，兩者之間各有何特點、優勢來加強其必要性的論述。例如：BIM 的五個特點，可視性-所見即所得、協調性-避免或減少衝突、模擬性-預擬現狀、優化性-更好作業管理、可控性-提高效率	1. 已由章節 2.2.3 回覆(p48) 2. 已增加章節 2.2.1 案例研究(p33) 3. 章節 2.2.4.3.1 已補充(p62) 4. 章節 2.3 已補充 5-1. 已修正 5-2. 已修正 5-3. 已修正 5-4. 已修正

	率，結合規劃、設計、施工、維護、廢棄等五個面向去論述。 2. 建議應蒐集國外推動 BIM 應用於市區道路的實際成功或失敗案例、分析案例遭遇困難與改善對策，再比較國內現階段推動情形，提出精進作法。 3. P18-P39 各案例提供相當多附圖，建議應以文字輔助說明附圖想要表達的意涵，讓閱讀者可以清楚了解。另外 109/9/19 於台北市土木技師公會召開研討會，與相關業者討論 BIM 在道路工程上的應用與政策，應說明其成效及結論。 4. BIM 應用的過程原本就會受到資訊、工程專業以及市區道路複雜程度的影響，也都會影響 BIM 應用的成效，建議以三個案例來說明未來應用上如何克服這些問題？ 5. 期中報告應以市區道路為標的提出探討結果，內容夾雜建築物、建築模型等用語（P7-P8），錯字（P5），直接節錄參考文獻（P7-P8），人稱錯置（P17，本署）等，建議檢視修正。	
新北市政府	新北市政府目前與各顧問公司配合各案件狀況不同，惟審查之時程皆固定且急迫，故建議臺科大團隊是否能夠彙整各已完成 BIM 建置之成果，並給予建置 BIM 之相關經費及工期建議，後續將配合辦理。	關於後續 BIM 建置所需明確條列式項目及標準流程、相關經費及工期部分後續將配合署內政策辦理，俾利各縣市政府有所依循。
新竹市政府 為配合	BIM 導入市區道路，擬將 BIM 納入契約工作項目，惟要求成果項目應包含哪些標的、費用應如何編制、驗收付款時應如何檢核、及是否有統一準則供參考辦理？	有關工作項目及付款時如何檢核，因各縣市政府之案件性質有所相異，故檢核標的部分應係各縣市考量各所欲呈現之項目因地制宜的調整新增以彰顯建置 BIM 之效益，署內已有公布屬性資料的基本格式供各縣市參考。

臺中市政府	1. 依據顧問公司所提意見，透過 BIM 的建置檢核傳統紙本圖說設計，輔助審查時判斷及強化審查便利性，減少未來設計疏失與變更設計時的時程，於市區道路導入 BIM 實有其效益。 2. 請教團隊是否有可能將 BIM 相關軟體、圖資或屬性資料提供給行政單位檢視及審核，以克服行政單位無法用一般軟體瀏覽檔案之難題。 3. 本計畫試辦案例第三案，北區忠明路(西屯路至中清路)道路、共桿建置及人行道改善工程實際量測高度與空拍模型數值落差大，再請臺科大團隊克服量測 高程等技術性問題。	1. 已由研調中回覆 2. 署內於 110 年 1 月 15 日 BIM 設計審查種子人員培育訓練課程後業已上傳該次課程簡報檔、軟體壓縮檔、示範案例林家花園壓縮檔及屬性資料基本格式至署內人本道路資訊網供各縣 市政府下載。 3. 有關高程量測與實際現地測量數值有誤一事，團隊將再行了解，如有技術性問題再盡力克服。經檢查，廠商誤解原敘述是依據設計圖配置設計後，廠商誤認為設計前資訊。
臺南市政府	臺南市政府於市區道路導入 BIM 對於工程案件全生命週期有其實質效益，惟對於部分顧問公司因先前尚無接觸參與 BIM 的建置，故對於目前的推動仍尚未適應，請教團隊後續是否會針對顧問公司再召開教育訓練？	署內提升道路品質計畫除旨在改善道路的品質外，也期望能夠提升國內各縣市及顧問公司規劃設計施工之水準，以符合本計畫前瞻性，後續俟署內評估需求後配合署內政策再行研議辦理教育訓練。
高雄市政府	1. 署內能否提供審查標準、瀏覽檔案之筆電規格？ 2. 未來是否有機會於北、中、南工處辦理教育訓練及將網頁部分設置討論區，供各縣市有疑問時能隨時於網頁發問尋求解答。 3. 目前經費達一定金額之工程案件需建置 BIM 係僅有規範於提升道路品質計畫抑或是生活圈交通系統建設計畫也有相關規範？後續是否有計畫做案件整合以符合 BIM 精神。	1. 署內已有筆電規格，若有需求可向署內索取資料。審查標準 將再配合署內後續政策提供意見辦理。 2. 有關教育訓練俟署內評估需求後配合署內政策再行研議辦理。網頁部分團隊目前已有建置相關網頁存放教育訓練素材，後續會再研議設置討論區一事。 3. 署內初步僅規範提升道路品質計畫達一定金額以上之人行類案件需建置 BIM，未來將檢視本期執行成果及各地方政府推動情形後研議 BIM 後續推動方針。

附錄二 110 年 5 月 11 日期末成果影片內容討論會議

- 北中南三案，北中使用案例，南部案考慮近期去嘉義找
- 擬定「自主檢查表」，依程度分階
- 動畫意見：
 - 加入周邊特色描述
 - 加入提過的高程差問題
 - BIM 特色展示，如素材切換
 - 下週提供預覽
- 影片繳交期限 6/10
- 代理圖 → 寫進推動建議
- 提供現有軟體使用流程建議書
- 推動期程規劃
- 軍醫院外牆可以展示，可打上機密提示
- 檢視器可自動更新

柏達

- 自主檢查表，依程度分階(分初、中、高)三階段

初階	中階	高階
格式、內容		

- 動畫意見：
 - 基地特色
 - 設計過程
 - 屬性資料
 - 估價
 - 強化BIM的精神
 - 剖面對應工程圖
 - 切換商品
- 代理圖 → 寫進推動建議。達得到自晚檢常表的都稱之為顧問
- viewer希望增加功能：檢視剖面(營建署)、變換商品(營建署)、等高線(水保)、縱橫斷面(水保)

附錄三 110 年 6 月 4 日成果影片內容線上討論會議

「市區道路BIM應用探討案」成果影片暨自主檢查表

視訊會議記錄

- 1、 時間：110 年6月4日(星期五)上午10時整
- 2、 地點：視訊會議
- 3、 主持人：蔡副組長亦強 紀錄：羅秉紘
- 4、 會議記錄：
 - (1) 本計畫試辦案例成果影片，第一案-板橋區林家花園修正建議如下：
 1. 影片標題應修正為「實景設計說明及成果影片」。
 2. 章節架構宜再行調整為：
 - 第一章：案件背景及周邊基地環境說明
 - 第二章：實景設計說明
 - (1)BIM使用優點
 - (2)基地調查（高程、坡度及地上物等）
 - (3)應用BIM可改善問題
 - (4)於實景進行設計及模擬
 - 第三章：BIM展示
 - (1)實景模型改善前後展示
 - (2)屬性資料提供
 - (3)材料替換
 - (4) PCCES交換格式聯動展示（案件材料之數量、單價等透過 PCCES輸出概算書）
 - 第四章：未來改善實景
 3. 因該成果影片片長為15分鐘，應插入段落俾利觀眾快速導覽各個章節主題。
 - (2) 試辦案例第二案-汐止康寧街比照上述修正建議章節錄製，惟第二章：實景設計說明應依個案特色強調說明，並於(4)實景進行設計及模擬特別依設計審查檢視重點錄製檢合影片(引導磚、人行道寬、綠帶寬度等，請三課協助提供重點檢視項目)。
 - (3) 試辦案例第三案-臺中忠明路請台科大以行走模式錄製該案全路段，以行人視角介紹該案特色（設計前：案件現況背景，需改善原因，因個案特色需特別注意之事項；設計後：改善前後差異，於重要路段展現尺規量測、屬性等）。

- (4) 請台科大再詳述自主檢查表各階段目標，初階主要目標為推廣導入，中階主要目標為平台建立及圖資交換，高階主要目標為自主檢核系統。另針對目前執行面需求，請三課同仁再依需求修正調整並請於下週三前提供修正意見，如無修正意見擬將自主檢查表（初階）內容修正如下，並請台科大錄製自主檢查表檢核影片：

BIM自主檢查表(初階)		
INDEX	DESCRIPTION	CHECK
1	BIM設計後之實景模型+設計內容套疊檔案 (obj or dae 等) 。	
2	地理座標 matadata.xml 。	
3	BIM實景內容提供等比例尺寸量測。	
4	BIM設計內容提供等比例尺寸量測。	
5	審查時檢視地理座標。	
6	查看工程專案資訊。	
7	BIM自主檢核影片或照片，內容包含以上1至6項。	
備註	依照公告電腦規格開啟檔案，必要時提供BIM實景模型案件優化方法。	

散會：下午3時

附錄四 110 年 6 月 23 日成果影片回覆文

抄本

檔 號：
保存年限：

內政部營建署 函

機關地址：105404臺北市松山區八德路2段
342號
聯絡人：羅秉紘
聯絡電話：02-87712920
電子郵件：lph0909@cpami.gov.tw
傳真：02-87712833

受文者：如行文單位

發文日期：中華民國110年6月23日
發文字號：營署道字第1101122944號
速別：普通件
密等及解密條件或保密期限：
附件：成果紀錄影片修正建議

主旨：有關貴校函送本署辦理「市區道路BIM應用探討案」BIM設計成果紀錄影片（3案）一案，請依修正建議修正後，再行提報本署審查，請查照。

說明：

- 一、復貴校110年6月7日臺科大研字第1100104252號函。
- 二、查貴校業已依旨揭探討案契約書第七條規定：「廠商應於期中報告書經機關審查通過後之發文次日起50日內，完成本契約第二條「履約標的」-工作事項，第4點並函送BIM設計成果影片紀錄影片供機關審查。」於110年6月7日（須於110年6月10日前）函送BIM設計成果紀錄影片供本署審查。
- 三、經本署內部審查後認為成果紀錄影片內容尚有部分需補充說明及修正處，爰請貴校依附件建議修正影片後，於發文次日起15日曆天內再行提送，俾利本署後續審查作業。

正本：國立臺灣科技大學
副本：道路工程組

「市區道路 BIM 應用探討案」成果紀錄影片修正建議

一、 案例二汐止康寧修正建議（針對縣市政府及廠商）：

- (一) 請調整影片背景音樂，以提高觀眾視聽感受。
- (二) 背景說明章節部分說明宜再精簡（單雙門牌）。
- (三) 基地調查章節審視設計規範部分，請各項目說明一次後，以表格方式呈現盤查全路段各項目不符設計規範數量即可。
- (四) 實景設計說明章節宜再修正架構，分為設計者及審查委員兩段落：
 - (1) 設計者：運鏡展示包括人行道路口、行穿線、停車格、標線、設施帶、警示磚各一次後，廠商自主進行相對應之法規檢討（人行道路口配置是否正確、行穿線位置是否正確、是否有設置停車格需求及配置是否正確、標線劃設是否正確、設施帶配置是否正確、警示磚設置是否正確），檢討後沒問題即可提報，有問題立即修正並重新檢討。此處宜挑選兩個項目作錯誤態樣的呈現俾利廠商更清楚了解後續操作方式。
 - (2) 審查委員：廠商自主法規檢討完成後，以審查委員特別關注項目作展示並檢討，項目包括路口應有的配置、無障礙設施、停車格、人行道淨寬、人行道串接性。
- (五) BIM 展示章節宜再精簡，屬性資料展現 2 次，材料替換展現 1 次及最後 PCCES 連動展示。

(六) 未來改善實景章節以快速運鏡方式呈現全路段案件並總結。

二、 案例三北區忠明路修正建議 (針對地方說明會與民眾溝通):

(一) 簡單介紹案件背景及運用 BIM 之優勢。

(二) 運鏡於人行道以行人的角度，審視民眾較在意之重點設施，包括建物騎樓及人行道介面是否整平、車道出入口人行道是否有相對應措施、行穿線劃設是否符合法規，無障礙設施是否符合法規，並將上述各項目改善前實景照片縮小放置於左上方，供民眾參考。

(三) 最後以運鏡帶過該案件全路段，展現改善後路段模型，並文字敘述運用 BIM 設計能即時呈現改善後成果，及對民眾造成之效益。

附錄五 110 年 7 月 27 日成果影片回覆文

抄本

檔 號：
保存年限：

內政部營建署 函

機關地址：105404臺北市松山區八德路2段
342號
聯絡人：羅秉紘
聯絡電話：02-87712807
電子郵件：lph0909@cpami.gov.tw
傳真：02-87712833



受文者：如行文單位

發文日期：中華民國110年7月27日
發文字號：營署道字第1101143339號
速別：普通件
密等及解密條件或保密期限：
附件：

主旨：有關貴校函送本署辦理「市區道路BIM應用探討案」依修正建議修正後BIM設計成果紀錄影片（3案）一案，請依說明意見修正後，再行提報本署審查，請查照。

說明：

- 一、復貴校110年7月7日臺科大研字第1100104833號函。
- 二、依本探討案契約書第七條第（一）項履約期限：「廠商應於期中報告書經機關審查通過後之發文次日起50日內，完成本契約第二條『履約標的』-工作事項，第4點並函送BIM設計成果紀錄影片供機關審查」。
- 三、查本案於110年4月21日營署道字第1101075506號函同意審查通過期中報告書，依前揭契約規定應於110年6月11日前完成本契約第二條『履約標的』-工作事項，第4點並函送BIM設計成果紀錄影片供本署審查。本署於110年6月9日收訖貴校函文及成果紀錄影片，並經本署內部審查後於110年6月23日營署道字第1101122944號函認為成果紀錄影片內容尚有部分需補充說明及修正處，爰請貴校依修正影



片後，於發文次日起15日曆天（110年7月9日）內再行提送。

四、前揭修正後BIM設計成果紀錄影片本署於110年7月7日收訖並無逾期，惟成果紀錄影片（3案）皆尚未加入本署標誌，爰請貴校修正補充後，於發文次日起7日曆天內再行提送，俾利本署後續審查作業。

正本：國立臺灣科技大學(戴文凱老師)

副本：本署道路工程組

裝

訂

線

附錄六 自主檢查表說明

內政部營建署「提升道路品質(內政部)2.0」

BIM 自主檢查表

案件名稱：

項次	自主檢查內容	提案單位 自主檢查		縣府 審查		備註說明 欄
		有	無	有	無	
1	BIM 設計後之實景模型+設計內容套疊檔案 (JSON or OBJ or DAE 等)。					
2	BIM 實景內容提供等比例尺寸量測。					
3	BIM 設計內容提供等比例尺寸量測。					
4	能使本署電腦正常開啟檔案，如無法開啟BIM 實景模型案件要提供(LoD)等優化方案，或於 設計審查時提供可開啟檔案之硬體設施檢閱 操作。					提供優化方案
						提供硬體設施
5	查看工程專案資訊。					
6	BIM 自主檢查影片(影片內容包含以上檢查項目)。					

備註：檢附各項自主檢查內容目的

項次	自主檢查內容	檢查目的
1	BIM 設計後之實景模型+設計內容套疊檔案(JSON or OBJ or DAE 等)。	為提前檢視實景模型及設計內容兩模型介面是否相容。
2	BIM 實景內容提供等比例尺寸量測。	實景模型即施作前之圖環境，需在 3D 空間被取得實際的尺寸資訊。
3	BIM 設計內容提供等比例尺寸量測。	設計內容即預期施作成果，需在 3D 空間被取得實際的尺寸資訊。
4	能使本署電腦正常開啟檔案，如無法開啟BIM實景模型案件要提供(LoD)等優化方案，或於設計審查時提供可開啟檔案之硬體設施檢閱操作。	俾利本署審查作業順利，於提交檔案過大時提供(LoD)等優化方案，避免提交內容無法被本署讀取。
5	查看工程專案資訊。	已便迅速得知該工程相關背景資訊。
6	BIM 自主檢查影片(影片內容包含以上檢查項目)。	俾利本署同仁初步檢視有疑義時，有影片得以確認。

附錄七 成果影片最後一次回覆文

抄本

檔 號：

保存年限：

內政部營建署 函

機關地址：105404臺北市松山區八德路2段
342號

聯絡人：羅秉紘

聯絡電話：02-87712807

電子郵件：lph0909@cpami.gov.tw

傳真：02-87712833

受文者：如行文單位

發文日期：中華民國110年8月6日

發文字號：營署道字第1100057053號

速別：普通件

密等及解密條件或保密期限：

附件：

主旨：為貴校檢送BIM設計成果影片一案，本署業已收訖並審查
通過，請查照。

說明：

- 一、復貴校110年8月2日臺科大研字第1100105639號函。
- 二、本案本署於110年8月2日收訖無逾期並同意審查通過，已
符合請領第三期款之條件，請貴校依規定函送相關文件至
本署請款。

正本：國立臺灣科技大學(戴文凱老師)

副本：本署道路工程組

附錄八 期末報告會議記錄

一、會議時間：110 年 11 月 5 日下午 2 時

二、會議地點：內政部營建署五樓大禮堂

三、主持人：張組長之明

發言者	意見	回覆
許委員明隆	1. 本期末報告工作事項研究團隊論述完整給予肯定，惟市區道路導入 BIM 尚未成熟，建議研究團隊針對章節內容編輯再加強，俾利審閱。 2. 期末報告書內容有多處錯別字，建議修正。 3. p43 章節 2.2.1.5 「2017 年湖南建工集團獲獎項目載入：常德市金牛路項目 BIM 技術應用」，無相關圖表呈現，建議能補上圖表示意。 4. 本案研究論述 BIM 導入能帶給市區道路建設管理方面很多之優勢，從設計、成本與品質控制以及訂定統一標準規範更能延伸擴張應用之領域成果，惟四年的推動可能過於短暫，應再研議未來政策及法規統一等議題。	1. 針對委員建議期末報告章節編輯再加強部分，將予以補充修正後納入成果報告。 =>增加 "1.3 章節簡介"p12；簡述後續之第 2、3 章的結構與內容。 =>增加 "4. 結論"p135；簡述本計畫原定之工作項目與目標，以及我們的達成情形。 2. 配合修正。 =>已於各相關頁數內修正。p11、p16、p20、p22、p23、p25、p28、p65、p67、p71、p90、p91、p93、p122、p128、p130 3. 針對委員建議於「2017 年湖南建工集團獲獎項目載入：常德市金牛路項目 BIM 技術應用」研調文章內新增圖表部分，將予以補充修正後納入成果報告。 =>補充工作站執行架構圖。P44 4. 針對委員建議 BIM 應用推動時程研議調整部分，將予以補充修正後納入成果報告。 =>已依據建議修改。(章節 2.5)p109
吳委員振榮	1. 期末報告第 51 頁有敘述「提供統一標準的 3D 可視化檢視工具」及「提供 BIM 統一管理平台」，另第 56 頁 109 年 9 月 19 日全國土木技師公會研討會也曾詢問 BIM 軟、硬體系統建置費用，因此建議對於相關工具、平台、經費再補充說明。 2. 期末報告第 101 頁各項目之推動時程，建議再予調整。(如：普及推廣及 1.1、1.2、1.3 等項	1. 針對委員建議期末報告敘述不完善（工具、平台、經費）、BIM 應用推動時程研議調整部分，將予以補充修正後納入成果報告。 =>ans： 提供統一標準的 3D 可視化檢視工具：已提供 3D 可視化工具 CPAMI 並於章節 2.2.4.2 介紹 p60。 提供 BIM 統一管理平台：統一市區道路 BIM 繳交資訊建議建置管

發言者	意見	回覆
	目，期間可再延長；3-3 資料標準化、3-4 BIM 納入評選項目、4-2 制定 BIM 相關標準等項目，期間可再提前)。 3. 建議建立一套個人及業界顧問公司取得 BIM 應用證照的考核制度，以利後續認證及推廣。	理平台。 BIM 軟、硬體系統建置費用：參考圖表 2-26 建置費用 p65。 2. 針對委員建議 BIM 應用推動時程研議調整部分，將予以補充修正後納入成果報告。 =>已依據建議修改。(章節 2.5)p109 3. BIM 應用證照的考核制度，未來將配合署內政策辦理。
臺北市政府	建議本案報告可以再加強呈現市區道路人行道在導入 BIM 之前後對比案例，並針對案例檢討後修正設計方案之案例作為推動道路工程導入 BIM 之成效說明。	感謝建議，將針對人行道案例衝突及檢討成果加以補充並修正後納入期末報告。 =>於 p71、p77、p84 補充敘述
新北市政府	1. 以前顧問公司都是先 2D 設計，設計完成後再建 BIM，目前已持續要求直接用 BIM 設計。 2. 目前在檔案格式的轉換上已逐步上軌，惟檢核部分可能執行上較有困難，僅能依顧問公司的檔案或動畫作呈現。	1. 感謝協助推廣。 2. 關於後續 BIM 建置所需檔案格式轉換標準流程後續將配合署內政策辦理，俾利各縣市政府有所依循。
新竹市政府	有關地下管線於新闢道路規劃設計，未來是否有機會導入 BIM 設計整合。	有關地下管線於新闢道路規劃設計，因尚未取得相關案例之管線圖資，且目前管線圖資皆為相對位置居多，結果呈現將不會是精確的圖資，未來將持續納入研究，並逐步完善 BIM 於市區道路之應用。
臺中市政府	1. 有關地下管線及側溝排水系統等在未來是否能夠導入 BIM 設計整合。 2. 目前各家軟體、檔案規格都不相同，想請問未來是否能夠統一。	1. 有關地下管線於新闢道路規劃設計，因尚未取得相關案例之管線圖資，且目前管線圖資皆為相對位置居多，呈現出來將不會是精確的成果，未來將持續納入研究，並逐步完善 BIM 於市區道路之應用。 2. 署內業已上傳培育訓練課程簡報檔、軟體壓縮檔、示範案例林家花園壓縮檔等資訊至署內人本道路資訊網 (https://myway.cpami.gov.tw/Artic

發言者	意見	回覆
		le/newsArticle/ArticleCont/432.html)供各縣市政府下載，未來將配合署內政策研議製作各軟體界接之標準流程，俾利縣府後續檔案之提交有相關流程可循。
臺南市政府	1. 目前市府尚無足夠專業能力及設備做檢核。 2. 查署及研究團隊提供之自主檢查表無法與 BIM 專業團隊溝通，建議增加詳細說明或是影片範例。 3. 未來檔案提交是否統一標準，或提供完整參考範例俾利後續審核。 4. 目前檔案都是 2D 與 3D 分開做設計，與原本對 BIM 的期望有些許不同。	1. 後續將配合署內政策規劃教育訓練，以提升各業務單位 BIM 相關專業知識。 2. 署內已公布自主檢查表內容及示範影片於署內人本道路資訊網及 youtube 頻道供參。 3. 未來將配合署內政策研議製作各軟體界接之標準流程，俾利縣府後續檔案之提交有相關流程可循。 4. 目前研究團隊試辦案例皆是於 3D 模型上直接作設計，惟考量各縣市政府對於 BIM 應用於市區道路的觀念尚未成熟，能提供的成果良莠不齊，故目前以階段性的方式推廣，未來將持續納入研究，並逐步完善 BIM 於市區道路之應用。
雲林縣政府	1. 署與研究團隊於先前召開之 BIM 種子人員培育訓練因主要係縣府參加，公所較無具體概念，資料的傳遞溝通有困難。 2. 目前達一定金額以上之案件要繳交 BIM 資料，現況都是以委外發包方式辦理，且要配合設計審查期程，時間緊迫，往往在委外發包上有期程壓力，想請教署內是否有相關對策。	1. 後續將配合署內政策規劃教育訓練，以提升各業務單位 BIM 相關專業知識。 2. 署內於提報階段已敘明，請縣府達一定金額以上之案件應在招標規定中新增需要具備製作 BIM 模型之能力，以避免得標廠商再次外包造成期程緊迫之問題。
澎湖縣政府	1. 建議署內能多輔導縣市政府 BIM 的應用，未來便有能力在獲得第一手資料時進行審查減緩署內同仁審查壓力。 2. 未來在 BIM 技術相對成熟後，是否可導入 3D 列印及 GPS，使後續工程更加便捷（工程模組	1. 後續將配合署內政策規劃教育訓練，以提升各業務單位 BIM 相關專業知識。 2. 有關導入 3D 列印，因署內計畫係以市區道路為導入 BIM 之主軸，市區道路工程平面範圍廣泛，較不適合以 3D 列印呈現。

發言者	意見	回覆
	化)。	
屏東縣政府	有關基地座標取得除空拍外，有無其他替代方案可供選擇。	取得基地座標除了空拍外，亦有 LIDAR 拍攝掃描方式，惟該方式所需設備成本會較高，另本團隊先前有無法空拍的類似案件，建議縣府可以向相關單位提送空拍計畫書及申請空拍許可，便可於指定地點進行空拍。