



# 公共住宅導入 BIM 於專案管理之應用 — 以「臺北市內湖區瑞光公共住宅」為例

趙紹錚／國立宜蘭大學土木工程學系 教授

范承志／國立宜蘭大學土木工程學系 助理教授

邱水碧／台灣世曦工程顧問股份有限公司專案管理部 協理

江秉修／台灣世曦工程顧問股份有限公司專案管理部 經理

黃寶翰／台灣世曦工程顧問股份有限公司專案管理部 副理

江炳祈／台灣世曦工程顧問股份有限公司專案管理部 正工程師

國立宜蘭大學綠色科技學程在職專班 研究生

建築物的生命週期係指建築物從規劃、設計、施工、使用及維護直到最終拆除的整個過程，在設計及施工的階段中，專案管理團隊主要工作係針對施工品質、成本、工期、安全、環境及風險進行有效的控管，並做為設計及施工單位間的溝通橋樑。本文以臺北市內湖區瑞光公共住宅為案例，應用建築資訊模型（Building Information Modeling, BIM）做為專案管理的雲端共同作業平台，探討使用 BIM 對設計及施工階段的專案管理效益。

本文彙整 BIM 作業管理架構，俾利專案順利推動。期許使業主、專案管理團隊及統包團隊達到三方面共贏成果。有關案例操作的部分，是以「臺北市內湖區瑞光公共住宅」為例，在統包制度採最有利標的操作模式，探討 BIM 專案管理應用，考量基本設計、細部設計、施工及竣工營運階段著手，以期建立有效的標準模式，提供後續業界公共住宅 BIM 應用參考案例。

## 前言

工程專案管理的執行過程中，最常發生界面衝突的時機多半是在施工階段，因此相關設計及施工單位間訊息傳遞的正確性顯得格外重要，為了避免產生施工界面衝突、資源浪費及進度落後等情形發生，運用 BIM 作為雲端共同作業的平台，將有助於設計與施工界面的整合<sup>[1]</sup>。從前在設計階段設計單位雖然已用 2D 圖形進行圖說的展現，但卻常因設計人員實務經驗不足，以致很難由圖面理解現場施工作業的程序及工程相關的界面衝突所在，而要借重資深工程師帶領下才能明瞭其中的細

節，然而現階段藉由 BIM 的 3D 模擬，甚至加入工期的 4D 模擬，使設計人員更容易發現興建過程的界面衝突點，並設計出符合建造實況及美學的作品，另外，在施工階段設計單位與施工單位，透過 BIM 作為共同作業平台，可即時反應出施工界面衝突點，並檢討是否應該修改圖說，可減少施工錯誤的產生。

隨著電腦硬體效能的提升及工程應用軟體功能的開發，設計圖形的展現除了 3D 立體化之外，已可將圖形加入實際街景之中，展現出如圖 1 所示的成果，同時透過不同軟體的搭配，更可精準定位至興建位置，



圖 1 瑞光公宅願景圖

並將設計的建築物與周邊環境互相結合，可適時檢討興建過程中的交通動線、工程材料運距及周邊環境的限制。建築生命週期是由規劃、設計、施工、使用及維護等整合而成，在規劃及設計階段先進行圖面的模擬，將可減少許多在興建過程中的界面衝突及資源浪費，因此 BIM 儼然已成為工程界爭相投入的領域，並朝營建高科技化及自動化的方向發展，本文從專案管理的角度，以臺北市內湖區瑞光公共住宅為例，探討專案控管過程中導入 BIM 的執行成效。期望在本案例的規劃設計及現場施工過程中，以專案管理的角度著手，減少施工界面的衝突及資源的浪費。

## 工程概述

臺北市目前面臨人口成長趨緩、人口結構呈現高齡、少子化及老舊建物比例逐年增加、房價高漲等課題，無論高房價反映出的是臺北市居住空間的環境價值或是人為的投機炒作而致，這些複雜與長久累積的問題，在台北市政府（業主）的權責範圍內，期以多元的方式達到健全住宅市場、滿足市民居住需求及提升環境品質政策目標。公共住宅設計結合「綠建築」、「智慧社區」的理念，以綠建築為基礎，導入智慧型高科技技術、材料及產品之應用，使建築物更安全健

康、便利舒適、節能減碳又環保，期許健全住宅市場、滿足市民居住需求及提升環境品質政策。

本案例為內湖區瑞光市場基地，準備新建公共住宅的委託專案管理案，工程規模如表 1 所示，總樓地板面積為 45,385.2 m<sup>2</sup>，完成 389 戶，結構型式為 RC 結構，新建地上 14 地下 4 層，最高高度 48M，樓層規劃如圖 2 所示，1F 為出入口大廳及智慧超市、2F 為參建單位、3F 為無障礙戶及社區公設、4F 至 14F 為住宅區、RF 為屋頂花園，基地東側為公館山，南側臨中山高速公路，西側臨基隆河與堤頂大道，北臨捷運文德站與捷運港墘站，交通便利生活機能良好。該基地現況

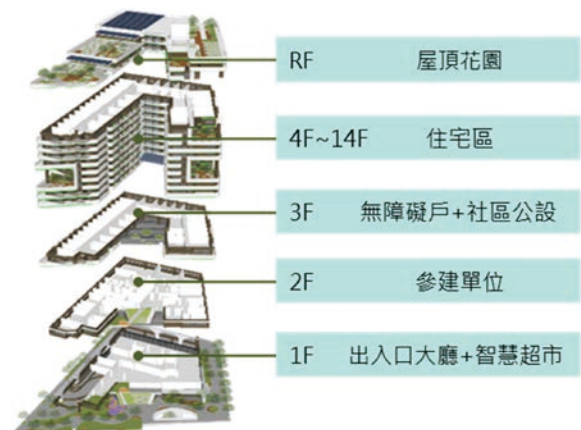


圖 2 樓層規劃圖

作為公有停車場及瑞光計程車休息站使用，土地使用分區為市場用地（公共設施用地）。基地位置如圖 3 所示，西側多為科技工業用地，東北及東南側多為住宅區及公園用地。

在設計構想的作業階段，本案例即導入 BIM 的概念，作為檢討設計構想（建築、結構、機電）的可行性，以符合未來使用之需求，避免造成各項資源之浪費；設計構想的展現如圖 4 所示，係利用意象三原素：第一個意象為流動，基地前有水塘、小溪流貫其中，將流動的意象隨著機能反映在建築形式上，每一個流動都有一個開始與結束，以綠籬為始，以院落結束，在建築立面上生生不息循環不已；第二個意象為起伏，公館山由東南向往基地降入地面，連結瑞光公園綠帶，隆起的基座，保持環境起伏的生命力；最後一個意象為框架，科學工業園區的媒體業以照相機視窗構圖框景，生活的節點以框景作為展示，生活的場景以影格相互串連，社區的場景以空中花園與公館山呼應交流。各樓層空間構想的展現如圖 5 所示，在戶外 1F 有戶外大階梯而進入 1F 住宅大廳塑造

馨感受，往 2F 是社福大廳特別天花板吊飾有不一樣體會，3F 社區公設提供里民活動及開會空間，在各層住戶有挑空的交誼空間，在 14F 露台有屋頂花園提供住戶休閒場所，各公共空間並引進對鄰里芳鄰有益且必要「公共服務設施」、「社會福利設施」、「身障服務空間」、「智慧超市」、「智慧電網」，創造社區室內外空間設計及軟硬體設備皆滿足全齡層的全齡健康宅，並透過街景透視圖，展現出如圖 6 所示的結合現代化都市街景外觀。

### 專案管理工作項目

本案例專案管理團隊的角色定位為擔任業主『諮詢顧問』、『代理人』、『技術幕僚』及工程專案的『溝通協調者』<sup>[2]</sup>，協助業主有效率地推動工程，並做好進度、



圖 3 基地位置圖

表 1 工程規模分析

業主	臺北市政府都市發展局
專案管理暨監造	台灣世曦工程顧問股份有限公司／陳章安、宋哲賓建築師事務所
統包團隊	建國工程公司／中保科技公司／蕭力仁建築師事務所
公告招標日	106 年 3 月 27 日
決標日	106 年 5 月 12 日
統包費用	新台幣 1,655,133,418 元（智慧：3%／設計：1.6%）
開工日期	106 年 10 月 16 日
工期期限	決標日起算 1057 日曆天完工（預定 109 年 4 月 25 日竣工）
土地資訊	建蔽 49.98%，容積 43.79%，開挖 72.43%（80%_560%_90%）
總樓地板面積	45,385.2 m <sup>2</sup> （統包需求 45,376 m <sup>2</sup> ），完成 389 戶
結構型式	RC 結構，新建地上 14 地下 4 層，最高高度：48M
汽／機車位數	汽車 244 席／機車 285 席／裝卸車 4 席（233_271_4）



圖 4 設計構想展現圖



圖 5 公共空間展現圖



圖 6 街景透視圖

成本、品質管控及各種風險預警與因應對策，透過各階段有系統整合的管理工作，以期達成縮短工期、降低成本及維持工程品質的目標。

由於業主本身已設置有工程管理科辦理本工程興建之相關業務，且具備相當優異的專業能力，專案管理團隊則輔以其人力不足之處，提供足夠的專業人力協助在工程施工過程的相關事務，相關專案管理工作項目如表 2 所列。

### 專案管理工作核心

綜觀整個工作項目，統包工程專案管理是本案的成功關鍵，因此工作重點在於遴選優質統包團隊，並進行有效管理，工作的核心價值為「提升工程執行效率」及「確保工程如期如質如度」。本案採用全方位的專案管理模式，團隊中具有許多執行過金質獎及金安獎經驗的成員，在設計方面

表 2 專案管理工作項目

項次	工作項目
(一)	專案管理項目
1	綜整及督導計畫執行過程的技術服務工作，於設計、施工、驗收及移交等階段性作業代理都市發展局執行品質、進度、成本之審核及管控。
2	統包招標文件製作及審查，並協助辦理招標文件公開閱覽、修正、公告及疑義處理工作，以順利徵得具能力、專業的統包團隊進場服務。
3	設計諮詢及審查，另負責督導、整合、協調、管制各專業設計作業，並提供設計專業諮詢建議及審查設計單位估驗計價作業。
4	施工及監造督導與履約管理之諮詢與審查，且督導、協助監造及統包團隊辦理估驗計價、變更設計、驗收移交等相關事宜，以利全案進度管制計畫推動。
(二)	監造管理項目
1	施工前： 提送「監造計畫書」及相關人員等資料送市府都市發展局核定，並於工程開工前提供統包團隊配合辦理。
2	施工中： (1) 就設計採用法，監督統包團隊之設計單位對所屬施工廠商實施施工前說明會或專業教育，提昇施工廠商履約品質。 (2) 依監造計畫對統包團隊所提出相關文件進行詳細審查，並現場比對抽驗，將結果填具品質抽驗紀錄表。發現缺失，確實要求統包團隊限期改善，對重大缺失同時告知市府都市發展局，以利追蹤管制。 (3) 審核（簽證）統包施工廠商施工計畫、品質計畫、預定進度、施工網圖、施工詳圖、器材樣品、試車計畫、訓練計畫、操維手冊等及其他各種作業表單，並提供有關施工改進意見，依市府都市發展局規定之權責劃分表辦理。 (4) 監督統包團隊及協辦處理工程設計及施工疑義。 (5) 辦理工程（分段）查驗，審查材料樣品、材料檢（試）驗、重要分包商及設備製造商資格。 (6) 監督統包團隊依施工網圖之施工項目完成建材送審期程，並管制材料採購適時進場使用。
3	完工後： (1) 協助統包團隊於完工後驗收前完成送水、電、瓦斯等申接工作。 (2) 監督製作及審查統包團隊完工報告、結案資料，並完成初驗前完工查證，報請及協助市府都市發展局辦理初驗及正式驗收事宜。

採用符合本案需求的專業顧問群，且在雲端資訊平台使用已執行多案成功的 ProPM 資訊平台，同時善用 BIM 整合技術及全方位專案管理服務 (Total Service)。在統包工程過程中，由於係採邊設計邊施工的方式進行，因此更有賴於專案中各成員的相互配合，建築師的圖面設計應充份與施工現場配合，一般常見的缺點為現場已要施工而設計圖尚未完成，導致施工圖無核可依據，造成工程延宕，剛開工就要彙寫趕工計畫，所以工程進度的掌握格外重要，專案管理的角色即是明確告知工作目標，訂出施工管理工作核心，帶領團隊往前，以提升整體工程效率，專案管理作為之說明如下：

### 簡化管理流程

藉由專案管理團隊與業主間的不斷溝通說明，縮短文件往來的程序將有助於工程順利進行，而管理不一定要填寫表單，也不一定留下紀錄，但訊息一定要即時讓業主知悉，業主重視實質且有效的管理來解決問題，彼此屬於合作夥伴並非對立關係，本專案執行過程的努力所回饋，就是業主信任及專案推動的成果展現，這完全歸功於業主的支持，也就是正面循環的結果。

### 鄰里溝通與說明

專案管理團隊在規劃階段已事先主動拜會鄰里長，並進行敦親睦鄰的工作，在設計及施工階段亦偕同統包團隊，向鄰里長溝通說明興建之進度，以取得當地鄰里

長及居民的認同與諒解，藉由良性互動並配合佳節參與鄰里活動，取得雙方信任便可大大減少工程延宕之風險。

### 持續的工作協調

工作會議是由業主、專案管理團隊、監造單位及統包團隊共同召開，每週固定一次召會，討論事項主要為工程進度、工程品質及勞安管理；專業技術協調會議是由專案管理團隊、監造單位及統包團隊共同召開，每週固定一次召會，討論事項主要為預定提報業主討論事項，換句話說就是工作會議的會前會；工地協調會議則是由監造單位及統包團隊共同召開，採每週固定一次或臨時需要協調時召會，討論事項主要為工地施工時所面臨問題，無法處理或決定時，可依序提報專業技術協調會議或工作會議商討。

### ProPM ( Proactive Project Monitoring ) 工程執行管控追蹤系統

本案的專案管理資訊整合係採用「ProPM ( Proactive Project Monitoring ) 工程執行管控追蹤系統，其功能介面如圖 7 所示，包括計畫行事曆、工程進度彙整、待辦事項追蹤、計畫圖文管理、計畫書送審管理、計畫大事紀要、稽催警示提醒及現地影像紀錄等功能。以此系統做為本案相關參與單位間即時資訊傳遞及視覺化遠距管理之協同工作作業平台，有效列管追蹤工務事項、推動工程進度及掌握計畫脈絡。



圖 7 ProPM 專案管理資訊系統介面及功能

### 營建管理資訊行動化

管理之良窳，繫之於「人」，數位化的營建管理可以提昇作業效率，並增進即時而完善的卓越服務。工程師在工地現場可透過隨身攜帶的行動裝置，利用 APP 輕易調閱相關圖資，或將查驗紀錄及巡檢照片等資料上傳至雲端共同作業平台，隨時達成營建管理資訊行動化的目標如圖 8 所示，可讓現場工程師掌握最新圖資及提供即時查驗紀錄。

### 專案進度管控

本案採用工程界通用，且軟體相容性較高的 Microsoft Project，做為進度管理的工具，針對各項履約期程進行評估及排程，並於各階段預定作業期程及查核重點做有效的控管，規劃設計、統包招標、統包設計及統包施工等各階段預定作業期程及查核重點說明如圖 9 所示。

本案的計畫期程如圖 10 所示，劃分為十大里程碑，自 106 年 5 月 13 日的決標開工起，歷經都市設計審議通過、開工典禮、連續壁工程完工、建管開工備查、主體結構開工、地下結構完成、地上結構完成，直至 109 年 4 月 25 日的工程竣工，專案管理團隊將確保工程能如期完工。

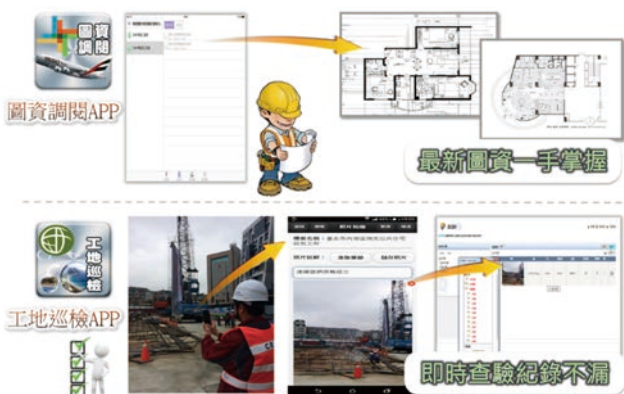


圖 8 營建管理資訊行動化

規劃設計階段	統包招標階段	統包設計階段	統包施工驗收階段
規劃總體預定進度 設定各階段里程碑	規劃發包階段 詳細進度表	審查設計及BIM建模 進度詳細表	審查承包商所提 施工預定進度表
✓ 規劃設計構想 評估需求及預算	✓ 制訂評選辦法 統包需求、預算	✓ 分段設計進度里程碑 進度管控	✓ 督導進度、里程碑 估驗請款控制
發包 權責 劃分 需求 評估	統包 需求 工程 契約 評選 需知	設計 模型 圖說 規範 數量 預算	施工 督導 協調 會議 報表 查核
✓ 建置規劃BIM模型 確認需求規格	招標等行政作業 依預訂進度及早進行	督導設計單位 辦理建管行政作業	變更設計 時程控制
召開工作協調會議 檢核進度	召開工作協調會議 檢核進度	督導及協助設計單位 整合設計界面	督導申辦 建管行政作業
技術顧問採取 因應措施	技術顧問採取 因應措施	技術顧問採取 因應措施	技術顧問採取 因應措施
進度管控			

圖 9 各階段預定作業期程及查核重點說明

### 專案管理團隊於工程進度的督導作為

1. 督導統包團隊配合細部設計核定及工期展延提送修正進度網圖，以利時程管控。
2. 督導統包團隊提送預審文件，並要求送審承辦人員及監造審查人員加強溝通與討論，以縮短送審時程。
3. 督導統包團隊運用三周進度表預排之施工項目及期程管控實際施工工期及進場人數，落實管控執行率。
4. 督導統包團隊以 BIM 模型溝通送審內容，縮短達成共識時間。
5. 每周召開「專業技術協調會」管制設計及施工進度，排除施工窒礙問題，並要求監造單位於「每周施工協調會議」及「每日收工會議」持續管制現場進度。
6. 督導統包團隊施工前召開施工說明會，說明施工數量、進度、施工順序，並由統包團隊品管人員說明自檢品管步驟及流程，再由監造人員說明抽驗頻率及流程，以加速施工及檢驗流程。
7. 督導統包團隊預排材料進場數量及時間，預備各項材料檢驗項目之準備工作，以縮短降低材料待驗時間。

### 專案管理團隊於工程施工的督導作為

1. 本案的品質管理架構如圖 11 所示，專案管理團隊督導並偕同監造單位採取施工前、中及完工後之分階段計畫性及系統性措施，針對統包團隊實施品質管理所須之組織架構、職掌、程序、製程與資源等予以規範，並闡明對品質稽查之程序及要求，使統包團隊能對各項事務充分瞭解，以建立完整之品質管制系統；並透過充分良好之互動溝通，方能落實執行，以確保本工程品質如式。

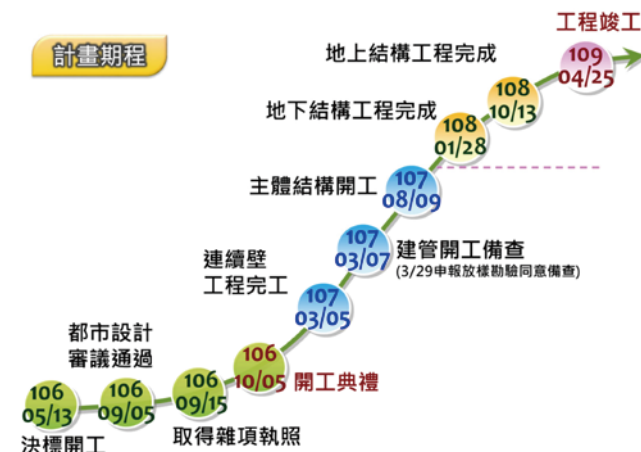


圖 10 計畫期程

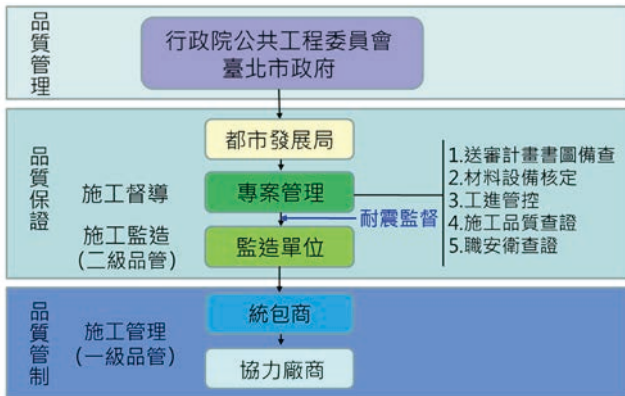


圖 11 品質管理架構

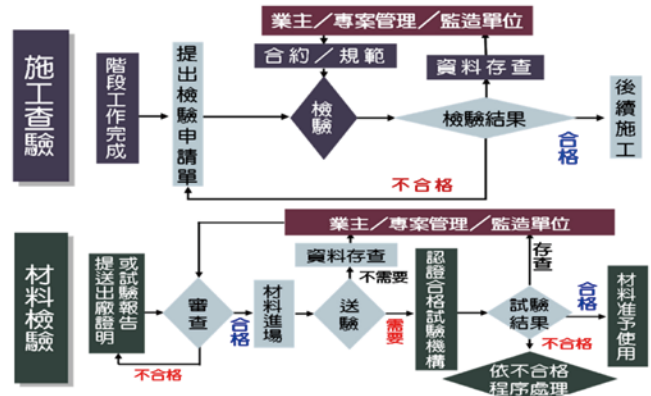


圖 12 標準化審查程序及檢驗文件

2. 依照「公共工程施工品質管理制度」規定擬定品質保證計畫，專案管理團隊督導工程落實「先審後驗」、「先驗後用」之管理機制，標準化審查程序及檢驗文件如圖 12 所示，施工時的各項檢驗作為，均留下紀錄，來落實計畫管理與品質保證，搭配專業技術團隊支援，即能如質、如量、如期圓滿達成任務。
3. 督導統包團隊施工前召開施工說明會，說明施工數量、進度、施工順序，並由統包團隊品管人員說明自檢品管步驟及流程，再由監造人員說明抽驗頻率及流程。建立品質目標共識，確立管理標準，以利施工品質管控。
4. 督導統包團隊於施工前以 BIM 模型進行檢視，以加強施工正確率及提升現場施工品質。
5. 督導統包團隊預先建置施工模型，釐清現場工作界面及確認施工品質管理標準，作為管控施工品質之依據。
6. 督導統包團隊安全衛生及環境保護自主檢查，減少安全性缺漏及環境汙染之情況發生。
7. 督導檢查工地人員出勤、品質文件紀錄、職安衛環保、施工品質執行成效，以期達成提昇品質優良之目的。

## BIM 於建築生命週期導入

公共住宅導入 BIM 技術於專案管理中，藉由 BIM 模型來探討專案控管成效，在設計、施工專案管理、營運管理範疇如何有效管理施工品質、成本、工期、安全、環境、風險評估。並協助後續業主營運管理，綜上所述，本文研究目的如下：

1. 探討 BIM 在公共住宅統包工程案執行效能分析。

2. 藉由本公共住宅案例操作，由基本設計、細部設計、施工階段探討 BIM 與實際操作之應用成果。
3. 探討 BIM 專案管理流程建立有效的標準模式，提供後續業界公共住宅 BIM 應用參考案例。

## BIM 專案管理範疇

本案 BIM 服務範圍為「臺北市公共住宅新建工程第 1 標（第 1-3 項內湖區瑞光市場基地）」委託專案管理（含監造）技術服務，配合工程進度分為三階段，規劃作業、統包作業及竣工三階段執行<sup>[3]</sup>。

本團隊依據本案屬性編製「BIM 建置準則與工作執行計畫書」，界定服務期程各階段 BIM 功能，作為專案管理及統包團隊 BIM 執行依據，並於執行期間因應現況更新。BIM 建置準則與工作執行計畫書內容，以六大要項分述如下。

1. 服務範圍
2. 各階段組織架構與作業流程
3. 規劃作業階段 BIM 作業準則（含 BIM 擬應用之作業軟體與版本）
4. 統包階段 BIM 管理作業要點
5. 作業期程及交付項目（附計畫綱要進度表）
6. 提交給業主之書面報告、文件清單

## BIM 作業內容及準則

BIM 作業內容與準則，適用於規劃設計、統包設計與統包施工各階段，做為統包團隊進行 BIM 作業之執行規範。並且依據「建築資訊模型（BIM）作業準則」進行 BIM 管理作業，若統包團隊對 BIM 作業有更妥善辦法與建議，可於其依約提出之「BIM 工作執行計畫書」載明，經審查轉送業主核定後實施。

BIM 建置標準為建置 BIM 模型所必須遵循的準則，BIM 作業常被安排成多人協同作業，所以必須有共同的標準，透過標準才能產出品質一致的模型。BIM 應規範之標準包含：檔案命名原則、樣版檔。依據本標準製作 BIM 模型，後續維護模型更新較為可行，即便是更換模型編輯者也可順利銜接。本案規畫所有的模型建置皆依據本案 BIM 模型建置標準（BIM Standard）來執行，確保每個人員製作模型的品質達到標準，檔案能互相連結及同步。以下概述本案 BIM 作業標準基本規範。

### 協同整合規範

專案中，各階段之作業涉及各專業人員之協同、模型之整合、及建築、結構、機電圖說、檔案文件之管理，本章說明協同整合之執行架構及流程。

本案作業模式運用 Revit 技術協同作業機制，達成專業分工溝通整合的目的。乃運用工具中「工作集」的機制，建立中央檔案（Central Model）及個人的本端副本，並以專案特性分配工作集，使多位使用者同時處理一個模型檔案，並能及時將成果同步回傳中央檔案中。

各專業間的模型整合採取「連結」模式，當本端副本模型資料有變更時，當日需將成果同步回各專業之中央模型（Central Model）檔案，由 BIM 設計檢核（協調）人員依據各專業設計進度不定期發佈更新資訊與相關專業設計者，再由各專業人員依據發佈版本進行更新及接續作業。

### BIM 作業環境

#### BIM 軟體規格

本專管團隊規劃設計構想階段的 BIM 模型，採用目前市面普遍使用之 BIM 軟體，以 Autodesk Revit 軟體 2016 版本進行本案 BIM 模型建置（圖 13、14）。模型整合軟體使用同公司旗下，具審閱、整合、衝突檢討功能之 Navisworks 系列軟體如圖 15、16 所示，可減少與 Revit 模型介面銜接問題，達到最佳整合性，模型檔案並可轉匯至 BIM 軟體通用之 IFC 格式，可確保本階段模型成果提供未來統包團隊檢視，作為設計參考使用無虞。

本案使用 BIM 軟體以 Revit 2016 版為原則，但專案執行至統包階段，則開放統包團隊可自行選擇適用 BIM 軟體及版本，但檔案以能提供本專管團隊及業主進行審查作業為原則。



圖 13 BIM 模型建置工具

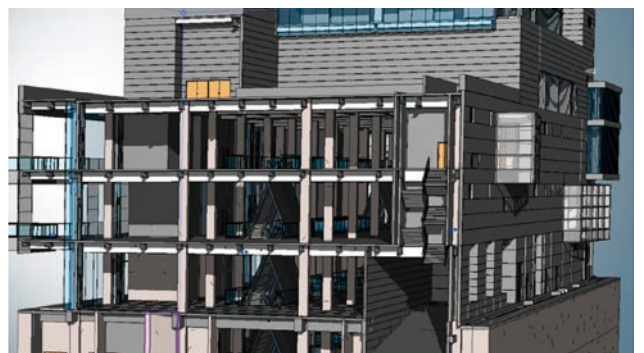


圖 14 Revit 建置模型成果示例

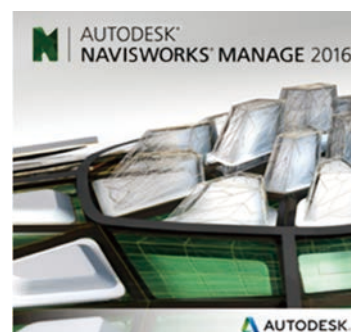


圖 15 Navisworks 模型整合工具



圖 16 Navisworks 虛擬實境漫遊示例

#### 硬體規格

本案 BIM 作業硬體設備可符合進行 3D 設計及高運算顯示效果之配備，亦可達成本案順利執行之需求，相關規格如表 5 所述。建議執行 BIM 模型檢核、設計與圖面輸出之硬體規格等同。



表 3 硬體規格建議

型式	桌上型電腦	
規格	處理器	Intel Core i7-4770 (3.4GHz) 四核心
	晶片組	Intel Q87
	顯示卡	獨立 NVIDIA GeForce GTX 760 2GB 或以上
	RAM	16GB DDR3/1600 低電壓， Max 32GB (DIMM*4)
	HDD	1TB SATA
	ROM	DVD Super Multi DL 燒錄機
	裝置空間	外部 5.25 吋*2、3.5 吋*2、內部 3.5 吋*2
	I/O 介面	USB2.0*6、USB3.0*2、麥克風及耳機插孔、 RJ-45 網路埠、序列埠、D-Sub (VGA)、 DVI-D
	其他	Intel 虛擬化技術 (VT-x) 支援 / Vpro 技術支援 / 500W 電源供應器
	作業系統	Windows7 64 位元專業版

### 協同作業檔案管理

本階段 BIM 管理平台係採用 Autodesk BIM 360 建立專案群組檔案資料交換之管理平台如圖 17 所示，由本專案 BIM 協調人負責文件管理。此平台提供檔案雲端貯存、開設資料夾及設定使用者權限、線上瀏覽模型檔案進行虛擬行走、意見留言、檔案版本更新郵件通知 … 等功能，並且於平台內各使用者之使用動作（例如：上傳檔案、下載檔案）皆會留存紀錄、具有良好回溯性。

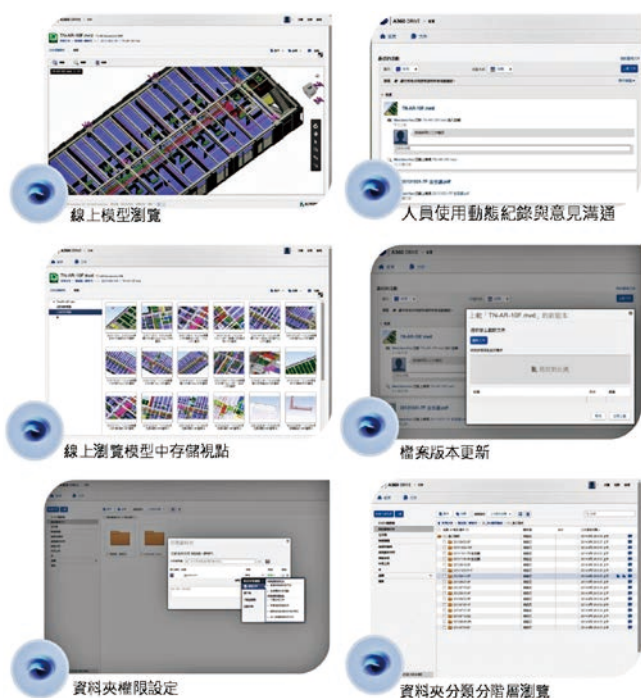


圖 17 BIM 檔案管理平台功能

可藉此平台協助團隊人員取得共同溝通模型，並執行線上審查 BIM 2D/3D 設計成果，針對交付成果依據工作階段、交付期程及資料格式及作業人員設立資料夾權限，建築師、各專業工項設計者須於設計成果審查會議前依據指定資料夾提送最新版本圖面、模型、或會議文件。

後續於統包招標文件，得開放統包團隊自行提報具專業之協作平台軟體（例如：ProjectWise），並需配合執行 BIM 計畫書之流程及時程提送 BIM 工作成果。

## BIM 工具技術導入成果說明

### 統包設計階段

督導統包團隊設計作業須透過 BIM 進行設計作業，包含建築、結構、機電模型並依實際之外型、尺寸、位置、高程、材料、數量等進行建置工作，工作項目如下：

#### Green BIM 之應用

由於本案亦有綠建築指標，因此利用 Green BIM 進行綠能分析，以做為方案設計的參考依據，如圖 18 所示，進行分析的項目有最佳方案選擇、都市風環境分析與優化、建物太陽熱得量分析與優化及室外日照陰影模擬等，並於基本設計階段提送 BIM 成果分析資料。

#### 由 3D 模型產出 2D 圖面

統包施工階段所需之各專業施工圖說須藉由模型產出，模型與圖說須有連動之關係。除受限於軟體功能且經業主核可之詳圖或示意圖，可視需要再藉由 2D 作業平圖、立面、剖面圖說補充如圖 19 至圖 21 所示。

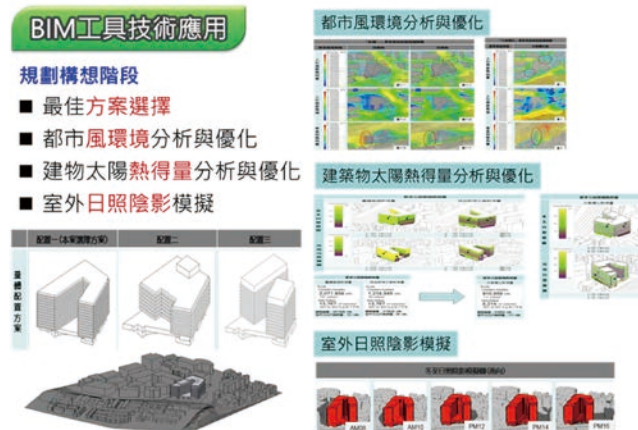


圖 18 BIM 工具技術應用

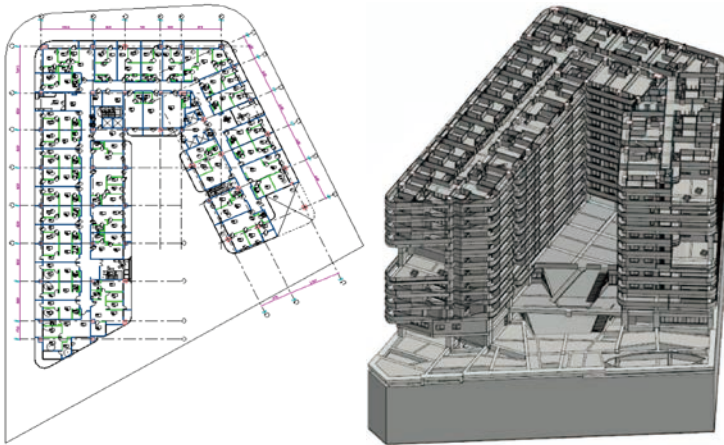


圖 19 平面圖產出

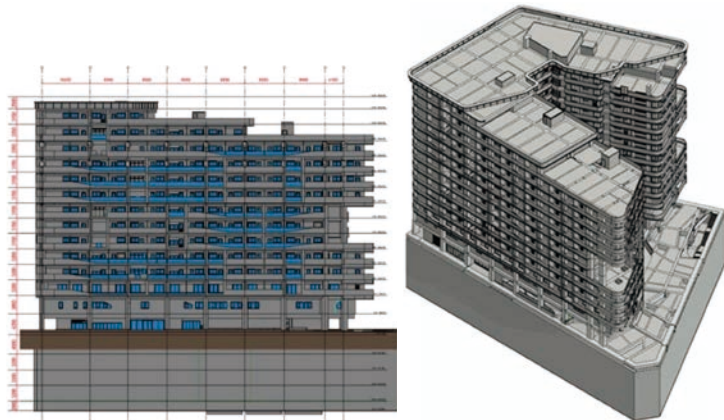


圖 20 立面圖產出

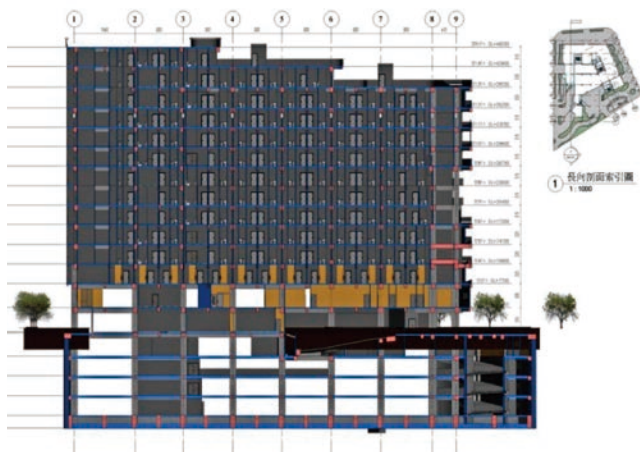


圖 21 剖面圖產出

### 連續壁入岩盤深度建置

連續壁深度由基地地質鑽探資料及大地技師計算分析而定，藉由 BIM 應用連續壁入岩盤深度建置如圖 22 所示，讓工地現場施工人員產生 3D 視覺化效果，利於工地整體施工管控。

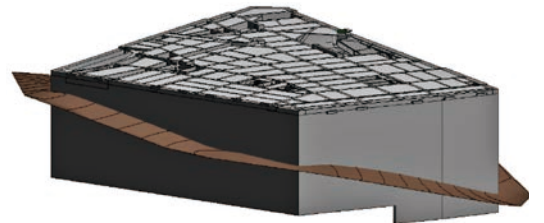
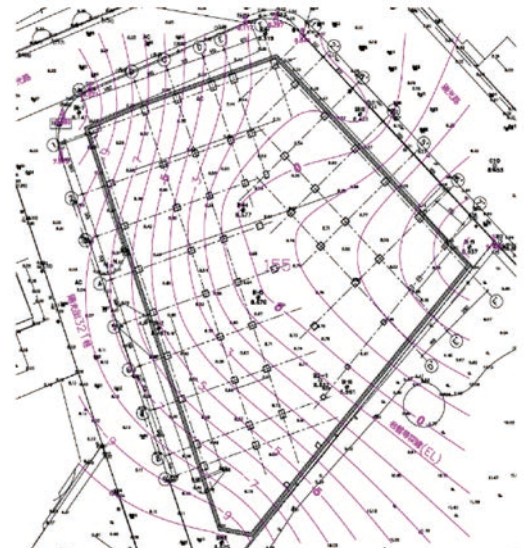


圖 22 連續壁入岩盤深度建置

### 統包施工階段

#### 標準層走道淨高檢討

室內高度的舒適度大大的影響生活品質，藉由 BIM 標準層走道淨高檢討如圖 23、24 所示，將天花板內所有管線預擬全部排出，平均分配得到最佳天花板高度。

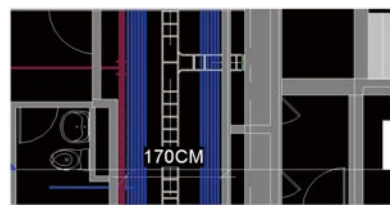


圖 23 淨高檢討平面圖

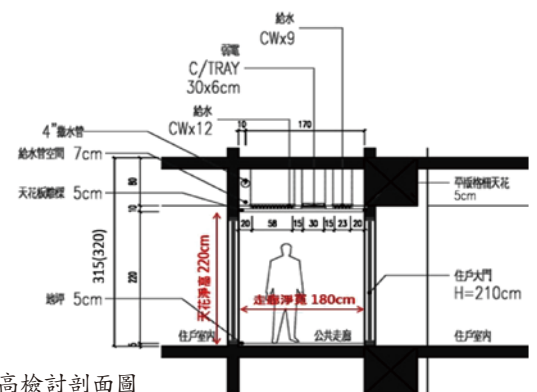


圖 24 淨高檢討剖面圖

### 地面一層室內樓板高程檢討

基地一層高程往往是高程變化最大，同時配合週邊環境地形相呼應，利用 BIM 地面一層室內樓板高程檢討如圖 25 所示，減少重工並節能減碳。

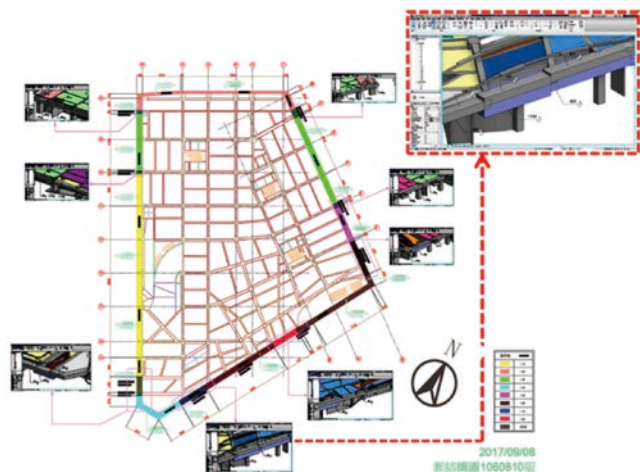


圖 25 一層室內樓板高程檢討

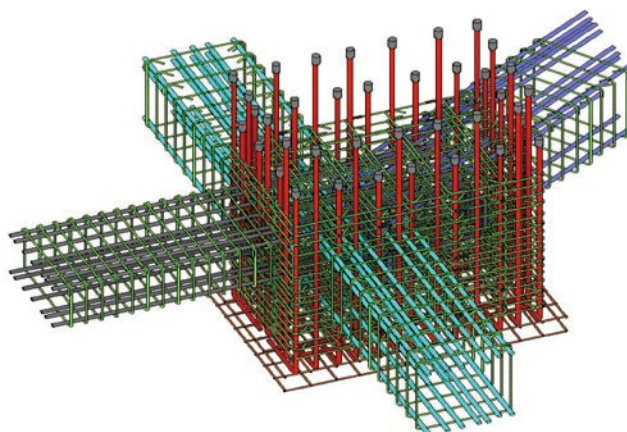


圖 26 BIM 工具梁柱接頭鋼筋綁紮模擬

### 梁柱接頭鋼筋綁紮模擬

本案執行耐震標章設計審查，耐震委員特別提醒本工程上部結構平面呈口字型不規則結構，梁柱接頭鋼筋現場施工較為困難，以 BIM 工具先行模擬如圖 26 所示，減少施工衝突，同時於工地現場施作比例 1:1 鋼筋梁柱接頭樣品如圖 27 所示，讓施工人員了解品質標準，減少重工及提升整體施工品質<sup>[4]</sup>。

### 衝突檢核報告

利用 BIM 衝突檢核報告如圖 28 所示，定期於專業技術會議討論管控，同時同步上線平台共同操作找出問題，於月底記錄於每月提送 BIM 月工作報告。



圖 27 比例 1:1 鋼筋梁柱接頭樣品

項目	編號	問題內容	模型層次	建立日期	提出單位	提出者	RFI類型	回覆內容
1	14783	室外樓梯步收邊及扶手欄杆相對位置疑義	RG_20180118_01.nwd	20180217	台灣世曦	黃寶翰	建築次要構	室外樓梯目前結構高於樓版，是考慮之後防水壓層、磁磚厚度及洩水坡度，於特種建築完成後會順平，欄杆位置會依照新圖修繕修改
2	14784	管路配置未完成且須注意包覆修飾美化	RG_20180118_01.nwd	20180217	台灣世曦	黃寶翰	機電	將於細部設計予以優化並協調建築師於天花樹洞設時配合管路包覆修飾美化
3	14785	牆是否未連續	RG_20180118_01.nwd	20180221	建豐	洪祥康	建築主結構	依照新圖修正
4	14786	三種戶外安全梯旁應為住戶平台，非挑空跨結構杆	RG_20180118_01.nwd	20180221	監造事務所	羅仁均	建築次要構	依照新圖修正
5	14788	扶壁數量與03-01不符，連續壁貫入深度未依岩盤及各單元置深深度檢製	RG_20180118_01.nwd	20180224	監造事務所	羅仁均	建築主結構	建置錯誤，依圖說修正
6	14789	1F內樓梯，採光天井之開口都不見了	RG_20180118_01.nwd	20180224	監造事務所	羅仁均	建築主結構	結構圖為輔助測量之圖層，未開閉之結果
7	14790	1F高低差收頭方式與S10-01不符	RG_20180118_01.nwd	20180224	監造事務所	羅仁均	建築主結構	極型高程建置配合現地高程調整
8	14791	2F層樓平台的D6-D4b大梁應完全插到柱子，且應為折梁與3FL相連	RG_20180118_01.nwd	20180224	監造事務所	羅仁均	建築主結構	建置錯誤，依圖說修正
9	14792	CE2-A0應與5F及6F一樣為斷面圖	RG_20180118_01.nwd	20180224	監造事務所	羅仁均	建築主結構	建置錯誤，依圖說修正
10	14793	所有CB4-D3及CE2-E3及CB4-F4皆為斷面圖	RG_20180118_01.nwd	20180224	監造事務所	羅仁均	建築主結構	建置錯誤，依圖說修正
11	14794	這些柱子應外加圓柱	RG_20180118_01.nwd	20180224	監造事務所	羅仁均	建築主結構	結構圖為柱，待特種建築完成後為圓柱
12	14795	結構圖上未表達這些屋空結構	RG_20180118_01.nwd	20180224	監造事務所	羅仁均	建築主結構	依新圖修正
13	14796	結構圖未表達屋頂之構造方式	RG_20180118_01.nwd	20180224	監造事務所	羅仁均	建築主結構	依新圖修正
14	14797	五樓以下及六樓以上的柱梁B之牆為何不連續，但結構圖不註，請釐清。	RG_20180118_01.nwd	20180225	台灣世曦	黃寶翰	建築主結構	白色烤漆金屬版，詳細即圖修正
15	14801	茶渣房出入口應為雙開門，以利維修	RG_20180118_01.nwd	20180228	台灣世曦	林文華	建築精裝修	依新圖修正
16	14805	門窗2D平面圖不符	RG_20180118_01.nwd	20180308	台灣世曦	江朝祈	建築精裝修	依新圖修正
17	14806	消防樁2D者，3D沒有	RG_20180118_01.nwd	20180308	台灣世曦	葉文賢	建築精裝修	依現圖圖說修正
18	14807	3D沒有相關設備設施，是否為停車管制門擋	RG_20180118_01.nwd	20180308	台灣世曦	林鴻文	建築主結構	依現圖圖說修正
19	14808	請考慮管及維護空間	RG_20180118_01.nwd	20180308	台灣世曦	林文華	機電	已考慮有效設置距離，目前無施工上之問題

圖 28 衝突檢核報告

### 界面整合疑義事項討論

要求各專業之模型須進行整合，執行介面衝突、施工可行性及空間合理性檢討，產出衝突檢核報告如圖 29 所示與設計解決方案，統包團隊須於第一次細部設計圖面審查提送時，合併提送空間自主檢查確認報告（含介面協調整合紀錄，豎向淨空（高）檢核報告），說明各專業設計協調過程及成果，確認設計之合理性 [5]。

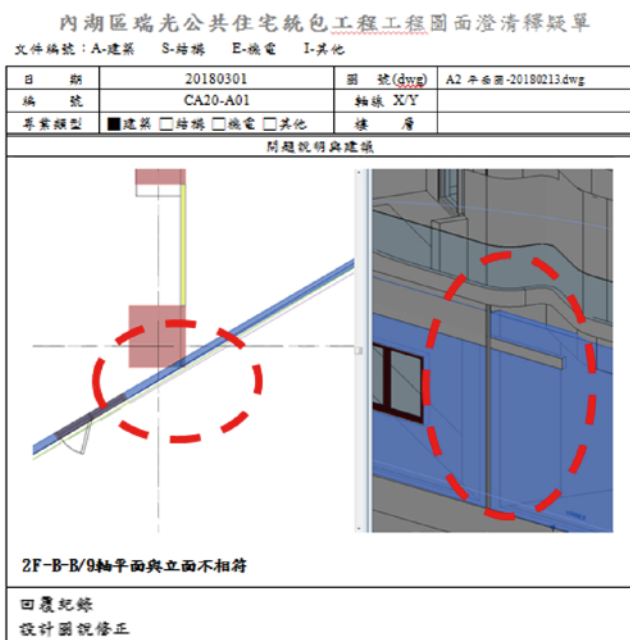


圖 29 界面整合疑義事項

### BIM 協同作業平台

提供專門之場所以便進行團隊成員之 BIM 協同作業，所選用之 BIM 協同作業平台為 WEBIMSYNC，供業主、顧問公司、專業分包商於免費使用至竣工為止，各單位於此平台上進行檢討如圖 30 所示、紀錄工作，軟體功能。



圖 30 模型檢視

### 標註列表

本案服務規劃以 WEBIMSYNC 作為協同作業平台。統包團隊可利用各自的帳號登入雲端平台，同步更新最新的模型資訊，確保資料的正確性。在雲端平台中，專案管理者線上瀏覽模型檔案進行虛擬行走標註衝突留存紀錄如圖 31 所示，請統包團隊定期檢核並於雙週 BIM 工作協調會議回復。



圖 31 標註列表

### 標註意見截圖追蹤

BIM 協同作業平台，供專案管理單位在平台上進行標註如圖 32 所示，找出問題並標註位置及定期追蹤改善成果。



圖 32 標註意見截圖追蹤

### 基地與 BIM 模型放樣檢測

目前各樓層混凝土澆置完成隔日進行測量放樣，同時運用 BIM 檢核現場放樣位置與模型相對位置是否一致如圖 33 所示，並由監造單位複檢，並檢測是否符合圖說要求。



圖 33 BIM 模型放樣檢測圖示

## 結論與建議

透過本案操作歸納出前述之應用成果，提出以下幾點結論：

### 結論

#### 統包工程，BIM 協助專案管理功效提昇

國內的建築工程因為其施工程序及內容保守，容易讓人誤解，整體工程價值、品質提升及管理是需要工程師一同努力，推論式品質讓民眾印象深刻，由於 BIM 可藉由前期規劃設計願景完整呈現，很容易了解未來的房子現況一目了然。

由於是新的技術與舊有工程慣例不同，BIM 工程師很難駕馭工地主任，惟有專案管理藉由定期協調開會及律定 BIM 討論方針，執行才有成效，本案是由台灣世曦公司專案管理，又適逢在公司旁所以是以指標工程方式整合運作，並以取得金質及金安獎為標竿。

#### 統包工程合約上 BIM 預算費用需編列合理

公共工程未編列合理 BIM 預算費用，以工程界就有真實操作 BIM 及另外所謂後置 BIM 其效果及執行費用差異甚大，政府於統包招標階段考量日後 BIM 工作執行效能，建議一套公共住宅 BIM 計算標準金額（外國以獎勵容積率及履約保證金優惠），以期為後續 BIM 預算費用編列參考案例。

#### 透過最有利標及評選機制找到信譽良好統包團隊

統包精神是一邊設計，同時一邊施工，需要優秀團隊才能展現最佳工程實績，金質獎、金安獎是必需取得並獲得肯定。

#### 建築、結構、機電模型 3D 整合

於工程中導入 BIM 技術，可於設計階段完成多方圖說整合，尤其在機電與建築、結構的建置過程中，可以很有效地解決問題，並立刻提出改善方善，並確保大家的意見是一致的。

透過本案操作歸納出前述之應用成果，提出以下幾點建議：

### 建議

#### 模型裝修建置，檢討結構體及完成面尺寸

細部設計階段進行裝修面材的建置，有助於檢討完成面尺寸是否足夠，並且確認原結構體的尺寸、形狀是否符合往後裝修面材的安裝，進而去微調設計尺寸如隔間、樓梯、車道等等...，以利後續施工及請領執照的正確性。

#### 線的建置，確保空間尺寸及淨高符合需求

隨著機電管線建置的越完整，越可以確認設計的完整性，如管道間尺寸及位置，機房空間的大小，天花板的淨高等等... 都是符合規範及需求，一般來說光是建築及結構的尺寸是沒有什麼大問題，都是套繪機

電後才會浮現問題，所以將管線建置的越完整，越可以避免發生規劃及施工上的錯誤。

### 工程數量產出的意義

圖面越詳細，模型越正確，提供出的明細表數量就會越符合實際數量，以 BIM 模型來說，只要有建置的物件就會有數量，因此假設圖說詳細的狀況下，數量的準確性是相當高的，這些數量不僅對於預算的檢討，施工的備料及施工時間的預估等等... 都是相當重要的參考數據。

### 越是複雜越是需要 3D 呈現

模型的複雜度隨著階段會越來越高，景觀、裝修、機電、建築、結構通通整合一起後，若是用平面圖套匯只會看到一堆複雜的線條，最好的辦法就是用 3D 呈現才會一目了然，清楚地表達設計的想法，用 3D 去溝通才會省時，提高正確性。

### 參考文獻

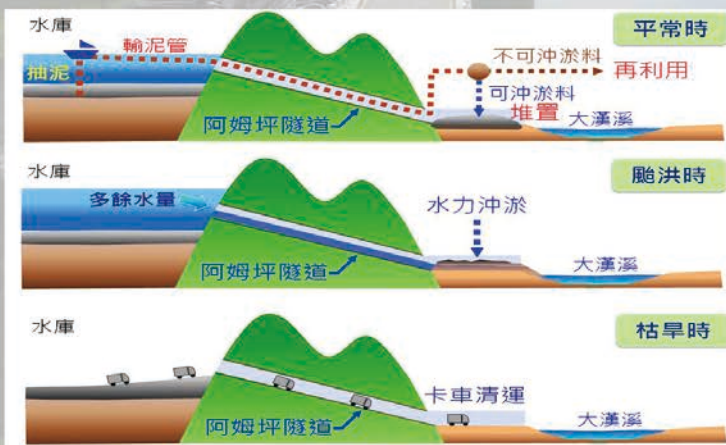
1. 林星岳 (2014), 「建築資訊模型 (BIM) 於專案管理之應用 - 以新北市三重、蘆洲、淡水運動中心為例」, 國立台灣科技大學建築研究所, 碩士論文。
2. 行政院公共工程委員會編印, 公共工程施工階段契約約定權責分工表 (有委託專案管理廠商), 2009。
3. 臺北市都市發展局等, 「BIM 作業規範」, 臺北市內湖區瑞光公共住宅 (2017)。
4. 陳文雄 (2014), 「建築資訊模型應用於建築工程裝修整合之探討 - 以辦公大樓工程為例 (背景)」, 國立宜蘭大學綠色科技學程碩士在職專班, 碩士論文。
5. 黃士種 (2010), 「建築資訊模型 (BIM) 之應用研究 - 以埔里工務段辦公大樓新建工程為例」, 中華大學營建管理研究所, 碩士論文。
6. 台灣世曦專案管理部, 「BIM 專案管理在施工階段應用研發」台灣世曦工程顧問股份有限公司 105 年研發計畫成果報告 (2016)。
7. 林利國 (2008), 營建工程品質管制, 全華圖書股份有限公司。

# 前瞻基礎建設計畫

## 石門水庫 阿姆坪防淤隧道工程

### 阿姆坪防淤隧道特色

- 導入抽泥兼具陸挖運輸功能之新概念
- 具有長時間清淤、減少交通量及排碳量之效能
- 淤積物篩分達到資源再利用，減緩淤積物去化壓力



水庫再造、風華重現  
穩定供水、永續經營



經濟部水利署北區水資源局 廣告