

# 我國 BIM 協同作業指南應用 案例教材與培訓計畫之建立

內政部建築研究所協同研究報告

中華民國 106 年 12 月



# 我國 BIM 協同作業指南應用 案例教材與培訓計畫之建立

研究主持人：王安強

協同主持人：邱垂德

研究員：白景富、厲妮妮、李軒豪

研究助理：周宏宇、朱美憶、蔣玉國

研究期程：中華民國 106 年 2 月至 106 年 12 月

內政部建築研究所協同研究報告

中華民國 106 年 12 月



# 目 錄

目 錄 I	
表 次 III	
圖 次 V	
摘要 VIII	
Abstract.....	XI
第一章 緒 論 .....	1
第一節 研究背景 .....	1
第二節 研究目的 .....	1
第三節 本研究計畫之重要性 .....	2
第四節 研究方法及流程 .....	3
第二章 應用我國 BIM 協同作業指南之案例文件種類與內容 .....	7
第一節 國內外 BIM 協同作業指南之彙整 .....	7
第二節 彙整國內外文獻之 BIM 應用分類及交付成果 .....	16
第三節 採購契約型式對 BIM 流程的影響 .....	29
第四節 我國 BIM 協同作業指南之文件歸類與應用 .....	33
第五節 我國 BIM 協同作業指南應用案例教材之編撰規劃 .....	42
第三章 設計連帶施工(統包)專案之應用案例 .....	49
第一節 業主導入 BIM 案例 .....	49
第二節 DB 專案之 PCM 執行 BIM 方式說明 .....	53
第三節 DB 專案之統包商執行 BIM 方式說明 .....	74
第四章 傳統設計/發包/採購專案之應用案例 .....	101
第一節 建築師事務所及營造公司導入 BIM 案例 .....	101
第二節 DBB 專案設計階段執行 BIM 方式說明 .....	114
第三節 DBB 專案施工階段執行 BIM 方式說明 .....	119
第五章 我國 BIM 協同作業指南之推廣及培訓計畫 .....	125
第一節 在 BIM 指南中指定的教育訓練培訓 .....	125
第二節 不同專業方著重的 BIM 技術需求 .....	129
第三節 BIM 指南流程培訓計畫 .....	133
第六章 近年應用 BIM 之實務案例彙編 .....	137
第一節 教科書中的應用 BIM 案例 .....	137

第二節 軟體商發佈的應用成功案例 .....	141
第三節 國內發表的應用 BIM 案例 .....	145
第七章 結論與建議 .....	151
第一節 結論 .....	151
第二節 建議 .....	152
參考文獻.....	155
附錄一、第一次專家座談會會議紀錄 .....	157
附錄二、第二次專家座談會會議紀錄 .....	161
附錄三、第三次專家座談會會議紀錄 .....	165
附錄四、期中審查意見回覆對照表 .....	167
附錄五、期末審查意見回覆對照表 .....	173
附錄六、BIM 應用說明 .....	177
附錄七、業主導入 BIM 計畫案例教材 .....	225
附錄八、專案管理顧問 BIM 執行計畫案例教材 .....	239
附錄九、統包商 BIM 執行計畫案例教材 .....	250
附錄十、建築師事務所導入 BIM 計畫案例教材 .....	266
附錄十一、營造公司導入 BIM 計畫案例教材 .....	280
附錄十二、分包(供應商)商導入 BIM 計畫案例教材.....	296
附錄十三、設計階段 BIM 計畫案例教材 .....	306
附錄十四、施工階段 BIM 計畫案例教材 .....	318

## 表 次

表 2.1 英美澳三國的「BIM 指南」與我國 BIM 指南主要內容之對照表.....	7
表 2.2 BIM 協同作業指南之應用項目與國外 BIM USES 對應表.....	18
表 2.3 未列入我國 BIM 指南中的美國 BIM 應用.....	20
表 2.4 以階段及用途區分的 BIM 應用分類.....	24
表 3.1 國立中央大學總務處 BIM 委員會成員的角色與責任.....	50
表 3.2 國立中央大學總務處 BIM 訓練計畫表.....	53
表 3.3 10601_PCM_BEP_BIM 工作小組成員.....	55
表 3.4 10601_PCM_BIM 應用工作交付與負責成員矩陣表.....	56
表 3.5 10601_PCM_BEP 案 BIM 元件需求表.....	58
表 3.6 10601_PCM_BEP 應建 BIM 模型、建模者與用模者矩陣表.....	59
表 3.7 BIM 協同作業指南引用之統包主契約中與 BIM 相關條款之修訂建議.....	70
表 3.8 本教材統包專案之 BIM 作業規定與最近兩指標性專案之比較.....	72
表 3.9 擬定 BIM 執行計畫的八個步驟修訂版.....	75
表 3.10 擬定 BIM 執行計畫的八個步驟修訂版.....	77
表 3.11 10601_DB_BEP 案 BIM 工作小組成員.....	78
表 3.12 10601_DB_BEP 案 BIM 應用工作交付項與負責成員矩陣表.....	80
表 3.13 10601_DB_BEP 案應建 BIM 模型、建模者與用模者矩陣表.....	81
表 3.14 10601_DB_BEP 案 BIM 模型建置規範.....	83
表 3.15 建模者負責的 BIM 模型之交付時間表.....	84
表 4.1 建築師事務所 BIM 委員會成員的角色與責任.....	101
表 4.2 建築師事務所在專案各階段的 BIM 應用及建議交付的資訊.....	105
表 4.3 建築師事務所人員 BIM 訓練計畫表.....	105
表 4.4 營造公司 BIM 委員會成員的角色與責任.....	107
表 4.5 營造公司的 BIM 目標及預計達成時間.....	108
表 4.6 營造公司在專案各階段的 BIM 應用及建議交付的資訊.....	109
表 4.7 營造公司人員 BIM 訓練計畫表.....	109
表 4.8 公司 BIM 委員會成員的角色與責任.....	110
表 4.9 公司的 BIM 目標及預計達成時間.....	112
表 4.10 公司產品 BIM 元件檔案命名規則.....	113
表 4.11 公司人員 BIM 訓練計畫表.....	114

表 4.12 公司人員 BIM 訓練計畫表 .....	115
表 4.13 10601_DBB 案細部設計團隊的 BIM 工作小組成員 .....	117
表 4.14 10601_DBB 案細部設計團隊的 BIM 應用工作交付項與負責成員矩陣表 .....	117
表 4.15 10601_DBB 案細設團隊應建 BIM 模型、建模者與用模者矩陣表 .....	118
表 4.16 BIM 協同作業指南引用之工程採購主契約中與 BIM 相關條款之修訂建議 .....	120
表 4.17 10601_DBB 案施工團隊的 BIM 工作小組成員 .....	121
表 4.18 10601_DBB 案施工團隊的 BIM 應用工作交付項與負責成員矩陣表 .....	121
表 4.19 10601_DBB 案細設團隊應建 BIM 模型、建模者與用模者矩陣表 .....	122
表 5.1 BIM 角色與責任表—組織導入 BIM 執行要項(TW-03, 6.3).....	125
表 5.2 個人 BIM 能力圖(COMPETENCY MAP)及適任的 BIM 角色 .....	126
表 5.3 澳洲 PERTH 兒童醫院興建專案進行的常態性 BIM 教育訓練內容 .....	128
表 5.4 營建專案不同專業方著重的 BIM 應用及需要的 BIM 技術分析表 .....	133
表 5.5 三至八小時「BIM 指南流程訓練」課程規劃表 .....	134
表 5.6 在建築師及專業技師換證講習(訓練)證明加入 BIM 訓練建議表 .....	135
表 5.7 在現有訓練中建議加入「BIM 指南流程訓練」課程規劃表 .....	136
表 6.1 EASTMAN 教科書中的 BIM 應用案例彙整表 .....	138
表 6.2 軟體商發佈的 BIM 應用案例彙整表(選擇性大陸地區案例).....	143
表 6.3 國內工程界正式發表的 BIM 應用案例彙整表 .....	145

## 圖 次

圖 1.1 本研究之流程圖 .....	5
圖 2.1 德國學者建議的 BIM 指南架構 .....	9
圖 2.2 在營建專案傳統角色中配以應用 BIM 工具的支撐角色 .....	12
圖 2.3 美國 BIM GFO 的 BIM 角色與責任概念圖 .....	13
圖 2.4 BIM 協同作業指南的協同建模三階段作業流程示意圖 .....	14
圖 2.5 PAS1192-2 建議的共通數據環境流程架構圖.....	14
圖 2.6 在 BIM 執行計畫中規定的專案 BIM 標準資料夾例.....	16
圖 2.7 英國 PAS 1192 闡述的營建專案的資訊交付迴圈圖 .....	17
圖 2.8 美國 BIM GFO 列出的必要 BIM 應用(MINIMUM BIM EXAMPLE) .....	25
圖 2.9 美國 BIM GFO 列出專案全生命週期的模型需求例 .....	26
圖 2.10 BIM 模型應用流程中模型交付項目與應用成果交付項目示意圖 .....	29
圖 2.11 說明團隊成員儘早參與專案的效益的 MCLEAMY 曲線.....	30
圖 2.12 不同採購契約型式對 BIM 作業的影響 .....	32
圖 2.13 台灣 BIM 協同作業指南之應用流程 .....	34
圖 2.14 BIM 協同作業指南文件架構 .....	35
圖 2.15 統包(DB)專案 BIM 指南實施流程 .....	37
圖 2.16 傳統設計/發包/施工(DBB)專案 BIM 指南實施流程 .....	41
圖 2.17 國立中央大學工程五館 B 棟大樓增建工程量體模擬透視圖 .....	42
圖 2.18 以真實專案回溯模擬 BIM 應用情境已編定案例教材之概念圖 .....	43
圖 2.19 原構想書之工程五館 B 棟增建工程之實施流程 .....	45
圖 2.20 本研究依照 BIM 指南回溯模擬工程五館 B 棟增建工程之傳統採購實施流 程.....	46
圖 2.21 本研究依照 BIM 指南回溯模擬工程五館 B 棟增建工程之統包採購實施流 程.....	47
圖 3.1 國立中央大學總務處導入 BIM 之概念示意圖 .....	51
圖 3.2 10601 案 BIM 專案資料夾層級 .....	52
圖 3.3 國立中央大學興建專案生命週期的模型資訊需求與流程 .....	52
圖 3.4 依 TW-02 BIM 協同作業指南擬定以檔案為主的資訊交換方式 .....	60

圖 3.5 PCM 交付的基地現況模型(M1)例 .....	60
圖 3.6 PCM 交付的基地現況模型(M2)例 .....	61
圖 3.7 PCM 交付的建構模型(M3)例 .....	61
圖 3.8 PCM 交付的裝修模型(M4)例 .....	61
圖 3.9 PCM 交付的電力模型(M5)例 .....	62
圖 3.10 PCM 交付的空調模型(M6)例 .....	62
圖 3.11 PCM 交付的給排水模型(M7)例 .....	63
圖 3.12 PCM 交付的機電整合模型(M8)例 .....	63
圖 3.13 PCM 以 NAVISWORKS 交付的整合模型(M8)例 .....	63
圖 3.14 PCM 擬定的協同作業合平台概念圖 .....	64
圖 3.15 PCM 交付的 BIM 模型資料夾及其中的檔案例 .....	65
圖 3.16 統包商依 TW-02 BIM 協同作業指南擬定以檔案為主的資訊交換方式 ..	82
圖 3.17 統包商交付的基地模型(M1)例 .....	84
圖 3.18 統包商的建構模型展示各樓層的空間分配狀況 .....	85
圖 3.19 統包商的建構模型展示各樓層的空間 .....	86
圖 3.20 統包商的以建構模型展示的結構設計細節 .....	86
圖 3.21 統包商的以建構模型展示的裝修設計細節 .....	87
圖 3.22 統包商交付的設計階段電力模型(M5)增設照明設計 .....	88
圖 3.23 統包商交付的設計階段空調模型(M6) .....	88
圖 3.24 統包商交付的設計階段給排水模型(M7)例 .....	89
圖 3.25 統包商交付的機電整合模型(M8)例(在建模平台) .....	90
圖 3.26 統包商交付的機電整合模型(M8)例(在整合平台) .....	90
圖 3.27 統包商以 NAVISWORKS 在第二階段進行協同作業的示意圖 .....	91
圖 3.28 統包商以 NAVISWORKS 交付的整合模型(M8)檢討天花板以上的空間 .....	92
圖 3.29 統包商交付的 BIM 模型資料夾及其中的檔案例 .....	93
圖 3.30 統包商交付的 BIM 應用「E4 3D 整合協作」說明例 .....	94
圖 3.31 統包商交付的 BIM 應用「A1 成本估算」說明例 .....	95
圖 3.32 統包商交付的 BIM 應用「A6 3D 控制與規劃」說明例 .....	96
圖 3.33 統包商交付的 BIM 應用「A4 工地利用規劃」說明例 .....	97
圖 3.34 統包商交付的 BIM 應用「A2 歷時規劃」說明例 .....	97
圖 3.35 統包商交付的 BIM 應用「A2 歷時規劃」說明例 .....	98

圖 3.36 統包商交付的 BIM 應用「A10 施工系統設計」工安設施說明例二 .....	99
圖 3.37 統包商交付的 BIM 應用「A5 數位製造」在鋁玻璃帷幕生產及吊裝例 .....	100
圖 4.1 建築師事務所導入 5D BIM 之概念示意圖.....	103
圖 4.2 10601 案 BIM 專案資料夾層級 .....	104
圖 4.3 建築師事務所 BIM 專案生命週期的模型資訊需求與流程 .....	104
圖 4.4 營造公司準備的 BIM 物件庫資料夾規劃 .....	108
圖 4.5 公司產品的 BIM 元件建置範例 .....	113
圖 4.6 10601_DBB 案細設團隊建模檔案責任歸屬及交換流程示意圖.....	119
圖 4.7 10601_DBB 案施工團隊建模檔案責任歸屬及協作交換流程示意圖.....	123
圖 5.1 資產業主應用 BIM 做管理決策概念圖 .....	130
圖 5.2 設計專業應用 BIM+AR/VR 做設計決策概念圖 .....	131
圖 5.3 施工方應用 BIM 做施工管理決策概念圖 .....	132
圖 5.4 營建產業鏈分包商提供 BIM 應用的物件資訊概念圖 .....	132
圖 6.1 香港港島東中心專案採用 BIM 整合團隊的概念圖 .....	140
圖 6.2 香港港島東中心專案採用 BIM 的狀況截圖及主要成效說明 .....	141
圖 6.3 上海申都大廈改建工程 BIM 應用在防災、空間規劃與資產管理之應用狀 況截圖.....	145
圖 6.4 中興工程研究大樓為台灣地區第一個全生命週期 BIM 應用案例 .....	149

## 摘要

關鍵詞：建築資訊模型、BIM 指南、BIM 執行計畫、BIM 教育訓練、資訊交換

### 一、研究緣起

流程的改變是推動 BIM 的重點，為加深產業界對於建研所在 2015 及 2016 兩年制定的「BIM 協同作業指南」之認識，並加深加速 BIM 技術在國內建築專案之應用，實有必要建立 BIM 協同作業指南之應用案例，並有計畫地進行推廣教育，才能達到政府推動 BIM 技術之施政目標。

### 二、研究方法及過程

本研究先以文獻整理最新的國內外應用 BIM 的最佳實務，及執行流程指引的實務經驗，再以專家諮詢座談方式，對照分析國內 BIM 專案的經驗教訓，決定以模擬實做案例的方式編訂「BIM 協同作業指南應用案例教材」，並辦理北、中、南三場推廣及培訓計畫講習會，且徵詢回饋意見，進而修訂應用案例教材，最後則綜合整理擬定培訓計畫建議。

### 三、重要發現

我國 BIM 協同作業指南的內容相較美英澳等大國簡要，對儲存格式、資訊交換流程標準，抱持遵照務實可行的國際標準為原則，主要重點在於掌握住 BIM 應用目的，將用 BIM 做為溝通工具執行專案的經驗教訓轉化為最佳實務，列在 BIM 指南中供參照，並確保工程實務上之可行性，是較適用於台灣地區的務實做法。本研究編撰之案例教材以引用我國 BIM 協同作業指南之文件「TW-03 組織導入 BIM 執行要項」做為起點，鼓勵營建公司能有改變定見及準備好變革管理的因應策略，以期能使公司順利採用 BIM，也就是在公司(私部門組織或公部門機關)導入 BIM，是確保 BIM 能在專案發揮效益的基礎工作；因為營建專案的執行牽涉許多不同的公司，所以，愈多營建相關公司導入 BIM，則將使 BIM 的環境愈成熟，以 BIM 執行專案的效益愈高；專案團隊中若有成員的公司沒有導入 BIM，則將會減低部份 BIM 應用效益。在案例教材中也依照 TW-04 BIM 執行計畫(BEP)制定要項，完整擬定契約雙方合意且因個案而異的 BEP；已導入 BIM 的業主可以將公司的資訊需求及建模規範針對個案狀況置入 BEP 中，也可以依個案所需建置的模型元件，參照 BIM 協同作業指南附錄 D 的建模導則，逐一將建模需求與規範(建置方式)寫入 BEP 中。

#### 四、主要建議事項

##### 建議一

**立即可行建議：**發佈「我國 BIM 協同作業指南應用案例教材」供國內 BIM 教育訓練使用

**主辦機關：**內政部建築研究所

**協辦機關：**財團法人台灣建築中心、中華民國全國建築師公會、中華民國電機技師公會、中華民國結構工程技師公會全國聯合會、中華民國土木技師公會全國聯合會

本研究以應用 BIM 協同作業指南為目的，編定推廣教育訓練所需的應用案例教材，工作小組及諮詢專家大都認定是推動 BIM 必備的通識教材，除了可將教材的重點用做 1 至 2 小時的 BIM 觀念課程外，引用 BIM 協同作業指南的重點細節，則可用做 3 至 8 小時的 BIM 流程經理訓練課程。

本報告的國內外文獻彙整可做為 0.5 至 1.0 小時的 BIM 概念課程教材，應用案例部分則可做為應用 BIM 指南之案例教材，視情況編共 0.5 至 2.0 小時的課程使用，至於本研究模擬案例之交付模型檔，則可發佈成免費軟體可讀之檔案，供做 3D 模型的操控、巡視、與檢閱能力之 1.0 至 2.0 小時的實做課程所用教材。

##### 建議二

**立即可行建議：**我國 BIM 協同作業指南進版公開發佈建議

**主辦機關：**內政部建築研究所

**協辦機關：**財團法人台灣建築中心、中華民國全國建築師公會、中華民國電機技師公會、中華民國結構工程技師公會全國聯合會、中華民國土木技師公會全國聯合會

依英美等國的經驗顯示，BIM 技術流程的發展隨軟硬體環境及經驗累積而持續更新，國內營建產業這兩年來對我國 BIM 協同作業指南及相關文件的應用，已累積有部份案例經驗，在本研究的專家諮詢中亦有部份回饋經驗。

針對國內實務運用 BIM 時常出現 BIM 應用工作不明確、專案團隊不理解 BIM 工作內容、BIM 交付成果無法達到原專案擬定的 BIM 目標等缺點，本研究提出的 BIM 應用區分必要、選擇、及業主的三類，且區分模型交付項目與應用

我國 BIM 協同作業指南應用案例教材與培訓計畫之建立

成果交付項目等，可供實務應用單位參考引用。

### **建議三**

**中長期可行建議：進行 BIM 成熟度相關的本土化研究**

**主辦機關：行政院公共工程委員會**

**協辦機關：經濟部、國家發展委員會**

我國 BIM 協同作業指南的應用乃以組織導入 BIM 做為起點，依照國外評量 BIM 績效的指標中，有 BIM 能力級數(BIM Capability Stages)、BIM 成熟度(BIM Maturity Level)、及 BIM 競爭力(BIM Competencies)等，後者即是個人 BIM 能力，在「我國 BIM 協同作業指南」中已有明確的規劃。

BIM 能力級數及成熟度，分別指公司或組織的 BIM 能力及資訊流程的成熟度，主要受產業的資通訊環境所影響，在營建專案的全生命週期中參與的公司或組織相當多，若能有這兩項指標，則在擬定 BEP 時考量不同團隊的能力級數與成熟度，務實地加強加深團隊合作，提昇專案的執行績效。

## Abstract

Keywords : Building information modeling (BIM), BIM Guide, BIM Execution Plan (BEP), BIM training, Information exchange.

The process change is critical to the implementation of BIM. The current research aims at developing appropriate training materials for adopting Taiwan BIM Guide, which was proposed since 2015 for the local construction industry to streamline the information exchange between the designer and the contractor in a construction project. For further and deeper understanding of Taiwan BIM Guide, it is necessary to collect practical cases and edit into training materials to demonstrate detailed processes of effective BIM uses. A training program should be proposed to promote the Taiwan BIM Guide for effective implementing BIM.

The newly published BIM Guide for Owner as well as best practices worldwide were reviewed and analyzed for proposing modification of current edition of Taiwan BIM Guide. A subject matter expert (SME) panel discussion, focused group meeting, and case verification were performed to collect enough cases and lessons. The demonstration project was then selected to simulate BIM execution processes following step by step of the Guide. The training materials of Taiwan BIM Guide were simultaneously prepared through the modeling processes. The SME panel discussions are called provide revision opinions after the training materials was drafted. Finally, the training materials and programs were announced and published in three conferences to the public in order to collect feedbacks for further revision and enhance the completeness of the proposed BIM training materials.

After finishing the all planned work, the research concludes the following findings:

1. In comparison to those proposed by U. S., U. K., and Australia, the Taiwan BIM Guide agilely focus on implementing processes by adopting international standards on technical issues, such as storage format and information delivery manual. The experiences and lessons learned from best practices on BIM uses and information exchange needed for improving project communication formed the main context of the Guide. It is confirmed by this research work to be practically adoptable to the construction industries in Taiwan.
2. For effectively using BIM as project integration tool, every team member of the

project is suggested to adopt BIM into their organization first, by using the Document TW-03 Essential Guide for BIM Adoption in an Organization, which is detailly described in the training materials for adopting Taiwan BIM Guide. As the project integration and collaboration is effectively improved through BIM, the common data environment will be much mature as long as more team member become BIM available. It is very likely to reduce the BIM efficiencies if there was only one team member which is not able to adopt BIM.

3. The Taiwan BIM Guide Document TW-04 Essential Guide for BIM Execution Plan is adopted in the practical project of the training materials and proved to be adequate after following the particular conditions of using BIM, which is attached to the main contract of the project. The processes could be adapted to different project conditions because the BEP is adjusted for different cases. According to the Appendix D of the Taiwan BIM Guide, the required objects as well as their levels of development (LOD) are described in the agreed BEP and followed by all model authors and users.

Suggestion I: “Release the training materials of Taiwan BIM Guide compiled by the research team to the public.”—could be adopted right away.

Execution statements: The Training Materials of Taiwan BIM Guide compiled by the research team could be used as the core materials for general BIM educational classes of 3 to 8 hours. This type of general BIM training classes are provided to promote using the Taiwan BIM Guide for integrating the project teams and improving project efficiencies.

Principal Executor: The Architecture and Building Research Institute (ABRI)

Associated Executor: Taiwan Architecture & Building Center、Association of National Architects, Republic of Chian、Professional Engineers Association

Suggestion II: “Revise and officially publish the proposed Taiwan BIM Guide ”—could be adopted right away.

Execution statements: The suggested revision of the Taiwan BIM Guide includes: (1)adopt the new definition of BIM uses and classify them into essential, value added, and owners, (2) differentiate the effective reports of BIM uses from BIM Models, which are both deliverables of BIM works.

Principal Executor: The Architecture and Building Research Institute (ABRI)

Associated Executor: Taiwan Architecture & Building Center、Association of

Suggestion III: “Further study on BIM Capability and Maturity”— feasible advice

Execution statements: It is suggested to conduct further studies on BIM Capability and Maturity in order to assure the evaluation of different organizations for the project team. The three BIM Capability Stages were proposed in a recent literature to represent the basic ability to perform a task or deliver a BIM service/product. On the other hand, the term “BIM Maturity” refers to the quality, repeatability and degree of excellence within a BIM Capability.

Principal Executor: The Public Construction Commission (PCC)

Associated Executor: Ministry of Economic Affairs, National Development Council



## 第一章 緒論

### 第一節 研究背景

國內工程各界對 BIM(Building Information Model)運用已近七年，然而尚未有共識的 BIM 執行標準，造成國內推動 BIM 運用的困境，既沒有設計階段應交付的模型資訊標準，施工階段的模型資訊需求也尚未建立。實際應用案例中，或僅有設計，或僅有施工階段建置 BIM 模型，或因設計階段所建置之模型不符施工階段需求，而無法達到有效的資訊交換。

由於缺乏共通的 BIM 建置指南，導致 BIM 應用與推動事倍功半，無法達到以 BIM 提昇營建產業效率的目標。有鑑於此，內政部建築研究所(以下簡稱「建研所」)在 2015 年及 2016 年連續兩年，委託學術單位進行「我國 BIM 協同作業指南之研訂—設計與施工階段資訊交換」及「我國 BIM 協同作業指南執行要項研擬」兩項研究(以下簡稱為「BIM 協同作業指南」)，已將相關資訊標準相繼完成草案擬訂作業，國內建築產業導入 BIM 之基礎條件已經逐漸完備，然而公、私部門營建專案人員對於建築研究所所制定之 BIM 相關標準並未充份瞭解，無法藉由 BIM 標準之制訂來加速推動我國營建產業對於 BIM 技術之應用，也就難以提升 BIM 專案之價值。

### 第二節 研究目的

BIM 本質上是營建業的數位及資訊化工具，用來與不同專業方溝通的工具，不是實體的可交付成果，重點在用 BIM 溝通過程產生的效益；在習慣以實體為主要工作成果的營建業推動不易。BIM 是數位化的溝通工具，需要投資在電腦軟硬體及雲端網路平台，才能即時將正確的資訊交給需要的合作方；但，營建業向來少有「網路思維」更別提要營建業者花大錢投資在「看不見」的軟體及網路環境。如果只有實體成果的「硬」思維而沒有「網路」的「軟」思維，那麼走向國際擴大競爭力只是癡心妄想而已。事實擺在眼前，營建業必將擺脫不了自動化、智能製造、雲端管理等「軟」趨勢，推動採用 BIM 就是要正視科技所引發的變化，改變根深柢固、只強調降低建造成本的舊思維(改自商業周刊，工業 4.0,一隻狗、一個人)。

流程的改變是推動 BIM 的重點，為加深產業界對於建研所在 2015 及 2016 兩年制定的「BIM 協同作業指南」之認識，並加深加速 BIM 技術在國內建築專案之應用，實有必要建立 BIM 協同作業指南之應用案例，並有計畫地進行推廣教育，才能達到政府推動 BIM 技術之施政目標。依照本計畫之需求說明，本案之研究目的有四項：

- 一、提出國內營建專案應用 BIM 協同作業指南所需之案例文件種類與內容。
- 二、完成國內營建專案應用 BIM 協同作業指南所需文件範本之編纂。
- 三、提出「我國 BIM 協同作業指南之應用案例」之培訓計畫，並辦理北、中、南共計 3 場推廣及培訓計畫講習會。
- 四、舉辦本應用案例之產業專家焦點團體座談，並完成本 BIM 協同作業指南應用案例教材之修訂。

### 第三節 本研究計畫之重要性

自台北市政府捷運局要求在萬大線的細部設計採用 BIM 技術起算，國內公共工程採用 BIM 已有超過七年的經驗，依照內政部建築研究所委託的專案研究做的調查訪談分析結果發現，目前國內所執行的 BIM 專案至少有以下三項議題待解決：

- 一、部份業主並未掌握「共享資訊、團隊整合」的 BIM 要義，需要藉由通用的 BIM 指南協助在 BIM 專案發包文件中定義「業主的資訊需求」及「BIM 目的」。
- 二、設計階段交付的「BIM 模型」大都是由設計建築師以傳統二維工具轉化成三維，在發包時並未將此三維模型移轉給施工方繼續深化應用；亟需有明確的「建模指南」來規範 BIM 設計模型及 BIM 施工模型的元件及資訊內容。
- 三、大部份施工方反應：「所接收到的 BIM 設計模型不符需求，而必須自行重新建置」，由此可見設計方與施工方之間的資訊交換出現斷層，無法順暢銜接，需要有通用的 BIM 指南規範，來確保工程專案之設計/施工兩階段間的資訊流通能夠順暢銜接無縫接軌。

除了上述問題外，目前國內 BIM 專案的另一項特點，是在主契約條文中詳述「BIM 工作」及「BIM 契約給付金」。這明顯是過渡階段由業主主導的臨時性作法，其優點是鼓勵參與的團隊儘快採用 BIM 技術，有利於 BIM 經驗的累積；但主要的缺點則是承攬的團隊，很可能會將「BIM 工作」依照「BIM 契約給付

金」另行外包給「BIM 分包商」，使得 BIM 變成一種外包的工作項目及交付成果，甚至演化成獨立於施工團隊之外的「BIM 工作小組」，專門應付業主的「BIM 需求」。如此將無法達成以 BIM 工具「共享資訊、團隊整合」的目的。對於仍以傳統方法溝通的施工團隊來說，「BIM 工作小組」只是應付業主需求的額外負擔，無法產生預期的 BIM 效益。這類案例在中國大陸已有不少相關報導[22]，國內應當盡可能避免，其解決之道就是儘速明訂全國通用的「BIM 指南」，使專案各參與方皆能將 BIM 工作內化成為其工作流程中內隱知識與能力，而非是「為 BIM 而 BIM」的額外工作負擔。

綜上所述，要提高營建產業的效率及國際競爭力，國內公部門已有共識必須推動採用新的 BIM 工具，故，建研所於 2015 年起以「政策投入輔導產業與培育人才」、「整合 BIM 研究與推動任務團隊」、「延伸深化應用於設施管理」及「開發本土應用」為方向[3]，進行為期四年的「建築資訊整合分享與應用研發推廣計畫」，針對國內適用的 BIM 執行標準部份，前兩年已完成「我國 BIM 協同作業指南之研訂—設計與施工階段資訊交換」及「我國 BIM 協同作業指南執行要項研擬」兩項子計畫，本計畫即為「我國 BIM 指南」應用推廣的「最後一哩」工作。

#### 第四節 研究方法及流程

本研究旨在建立「我國 BIM 協同作業指南之應用案例教材」以應用來推廣建築研究所過去幾年對 BIM 的研究成果，進而達到提昇我國營建專案效益的目標，擬採用文獻資料分析法、專家學者座談法、模擬實做驗證法、及焦點團體訪談法，分述如下：

- 一、相關文獻資料分析法：採用次級資料分析法，蒐集國內外相關研究主題之文獻資料，所回顧之文獻，包括國內外相關 BIM 指南、執行細則及技術手冊等文獻之分析與整理、國內外執行 BIM 專案遭遇問題之文獻分析，及國外成功 BIM 專案的典範學習等文獻。
- 二、專家學者座談法：邀請國內專家學者進行座談會議，以議題討論方式，進行研究內容審視及改進。本方法將應用於所擬「我國 BIM 協同作業指南之應用案教材」之通用性意見回饋，及建研所成果發表之意見回饋。
- 三、模擬實做驗證法：選擇一個具有完整規劃、設計、發包、及施工完成使用的營建專案，做為應用案例教材之目標專案；以事後回溯當時情境搭配模擬專

案 BIM 目標及應用的方式，試做應用 BIM 指南執行 BIM 工作及應用 BIM 資訊，最後達成提昇專案執行效率的方法，並將這些試做方法程序及模擬資訊編入應用案例教材中。

四、焦點團體訪談法：本研究方法須配合模擬實做案例同時進行，主要執行時機在模擬案例教材編撰過程中及完成後。過程中的焦點團體鎖定在產業主管人員，編撰完成後之焦點團體則鎖定熱衷參與訓練之學員，兩類焦點團體訪談皆由本研究團隊擬定議題及主持訪談會議，召集參與訪談的成員針對擬定的相關議題，深入說明依該範本執行可能產生的議題及問題，由受訪團體依據其真實經驗，提出執行專案時可能面臨的問題及解決方案。本方法之成果將用以回饋修正「我國 BIM 協同作業指南之應用案例教材」。

本計畫採取文獻資料分析法之主要原因，是國內 BIM 起步較歐美等先進國家慢，執行的經驗較少，較難有最佳實務經驗，需借助國外相對完整的大量資料。而由團隊擬出「我國 BIM 協同作業指南之應用案例教材」時，需借助專家學者的意見，以確保其於國內產業環境之適用性。至於確切實用性及是否符合產業習慣與需求，則應透過模擬驗證及深入的焦點團體訪談來驗證與分析。

為建立一套務實可行的「我國 BIM 協同作業指南之應用案例教材」，本研究提出之研究步驟如圖 1.1 所示；首先整理最近這幾年國內外建築工程應用 BIM 的經驗教訓，再針對國內之環境狀況蒐集整理 BIM 應用案例，選擇一個具有完整規劃、設計、發包、及施工完成使用的營建專案，做為應用案例教材之目標專案，以研訂「我國 BIM 協同作業指南之應用案例教材」初稿，再經由本計畫之工作小組審核確認符合我國建築工程之需求後，辦理產業焦點團體座談，以期能順利提出「我國 BIM 協同作業指南之應用案例教材」。在確認將教育訓練實證成果納入修訂完成後，則再次提出「我國 BIM 協同作業指南之應用案例教材」及培訓計畫，並且辦理焦點團體座談廣納意見，接下來則辦理北、中、南三場推廣及培訓計畫講習會議，最後則再次將辦理成果提出工作小組審核後，修訂完成並提出本計畫之成果報告。

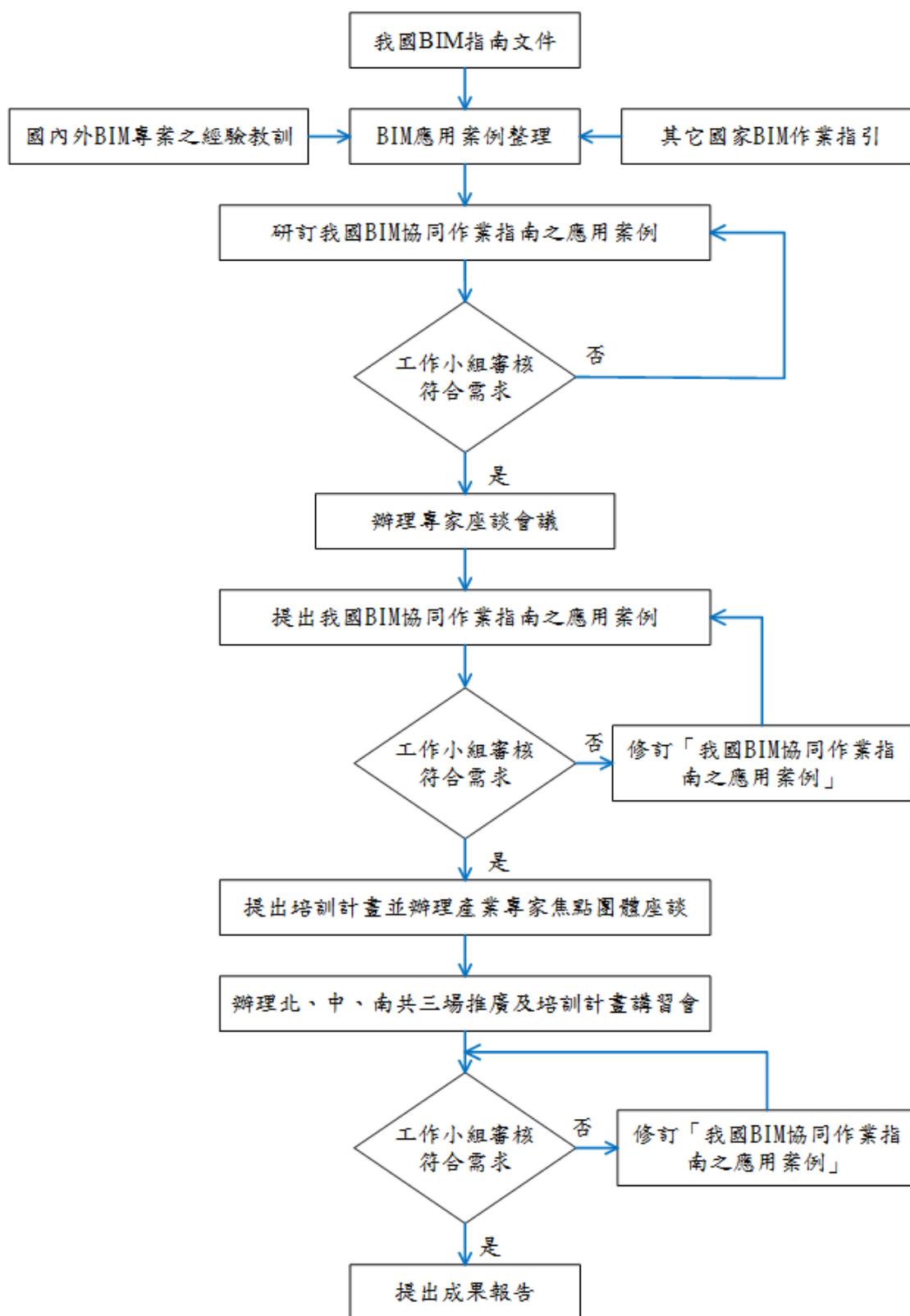


圖 1.1 本研究之流程圖



## 第二章 應用我國 BIM 協同作業指南之案例文件種類與內容

為使本研究編撰的案例教材具有完整性，本章以文獻分析法整理最近二年歐美先進國家擬定的 BIM 指引相關文獻，再對照 BIM 協同作業指南的相應文件和建議的應用方法，經綜合彙整後，提出應用案例教材之編撰規劃。

### 第一節 國內外 BIM 協同作業指南之彙整

依據「我國 BIM 協同作業指南之研訂—設計與施工階段資訊交換」之成果報告，制定該指南的目的是列出各種可能的 BIM 應用目的、BIM 交付成果、建置 BIM 模型資訊的方法流程、及負責建置模型的專業人員之責任，以供採用 BIM 資訊執行營建專案的團隊，依照其 BIM 應用目的差異選擇採用，以便能清楚界定各專案參與團隊成員的角色與責任。並將上述之角色與責任加註在業主與團隊成員合意制定的 BIM 執行計畫(BIM Execution Plan,BEP)內，共同遵循。為確保本研究擬訂的 BIM 應用案例教材可以同步展現先進國家的 BIM 技術，本研究首先比較英美澳三國新擬定的 BIM 指南文件如表 2.1 所示。

表 2.1 英美澳三國的「BIM 指南」與我國 BIM 指南主要內容之對照表

美國為業主制定的 國家 BIM 指南, 2017	英國 AEC BIM 技術協 定,2015	澳洲國家 BIM 指南,2016	我國 BIM 協同 作業指南,2016
1.緒論	1.緒論介紹 2.最佳實務	1.緒論	1.前言
2.流程 定義需求 團隊角色責任 BIM 執行規劃 管理 BIM 交付	3.執行計畫 角色責任、BEP 專案 BIM 會議 4.整合 BIM 工作 共通數據環境(CDE)	2.執行方式 3.BEP 4.角色與責任 5.模型共享 6.協作步驟	2.BEP 3.BIM 交付成果 4.BIM 建模與協 同作業 5.BIM 專業人員 職責
3.基礎與標準 技術基礎	確認及合法性 資安與保全	7.應用需求 8.3D 模型格式	

美國為業主制定的 國家 BIM 指南, 2017	英國 AEC BIM 技術協 定,2015	澳洲國家 BIM 指南,2016	我國 BIM 協同 作業指南,2016
標準 空間與圖形標準 檔案結構 模型架構 模型需求 4.執行 BEP BIM 應用工作 模型交付項	5.協作能力 (Interoperability) 6.模型架構 通則、拆分、互參享 7.建模技術 模型發展、物件需求 視圖組成、空間座標 單位與量測 8.資料夾架構及命名 9.展示格式	及架構 9.技術平台與軟 體 10.建模需求 11.檔案儲存與 保全 12.2D 圖面需求	
5.詞彙 6.參考文獻 7.引用(Citation)	10.資源 11.附錄	13.詞彙 14.參考文件 15.附錄	附錄及各類參 照文件

註：CDE 指 Common Data Environment，本研究譯為共通數據環境。

由表 2.1 可知 BIM 協同作業指南的內容相較美英澳等大國簡要，這是因為國情及市場大小不同，美國是 BIM 技術的發源地，從軟體開發商產業界出發的各項資訊標準相對完整，對 BIM 應用工作的整理較具邏輯性及完整性；英國則有國家級的營建策略做後盾，且展現跨國執行的意圖，故在多項標準定義上提出不同於美國標準的細節；BIM 協同作業指南則以快速執行實現來獲得提昇營建業的效率為主，對儲存格式、資訊交換流程標準，抱持遵照務實可行的國際標準為原則，因此提出的 BIM 指南與新加坡和比利時等較為相近，主要重點在於掌握住 BIM 指南的目的，並確保工程實務上之可行性。

一般 BIM 指南的目的，在於能提供一致性且與不受限於單一軟體的平台，使得 BIM 技術得以在營建專案中實現；依據英國的 BIM 技術指引，可再將此目的細分為以下三點[8]：

一、經由採用符合政府 BIM 成熟度要求的一致性協作方法，來提高營建業的生

產效率；

- 二、定義能在專案內提交高品質且均勻一致的資訊交換的最佳 BIM 實務；
- 三、確保能有使專案團隊有效率工作所需的數位化 BIM 檔案架構。

美國國家建築科學研究院(National Institute of Building Sciences, NIBS)於2017年1月正式發佈的「為業主制定的國家 BIM 指南(National BIM Guide for Owners)」(以下簡稱 BIM GfO)，主要的目的是站在營建專案業主的立場，不只是在其專案中要求使用 BIM，而是進一步「把 BIM 做對(BIM DONE RIGHT)」；也就是說在專案中提交出來的 BIM 工作成果，不是該項工作的終止點，反而是應用 BIM 資訊的起始點，才能發揮 BIM 的最大效益，要做到充份應用 BIM 的提昇營建產業效率的潛能，則要由流程、基礎與標準、及執行共三大面向著手。在看似繁雜紛亂的眾多 BIM 相關的指南、手冊、甚至規範的狀況下，德國學者建議的 BIM 指南架構，如圖 2.1 所示，有助於本研究在指南應用上掌握重點。

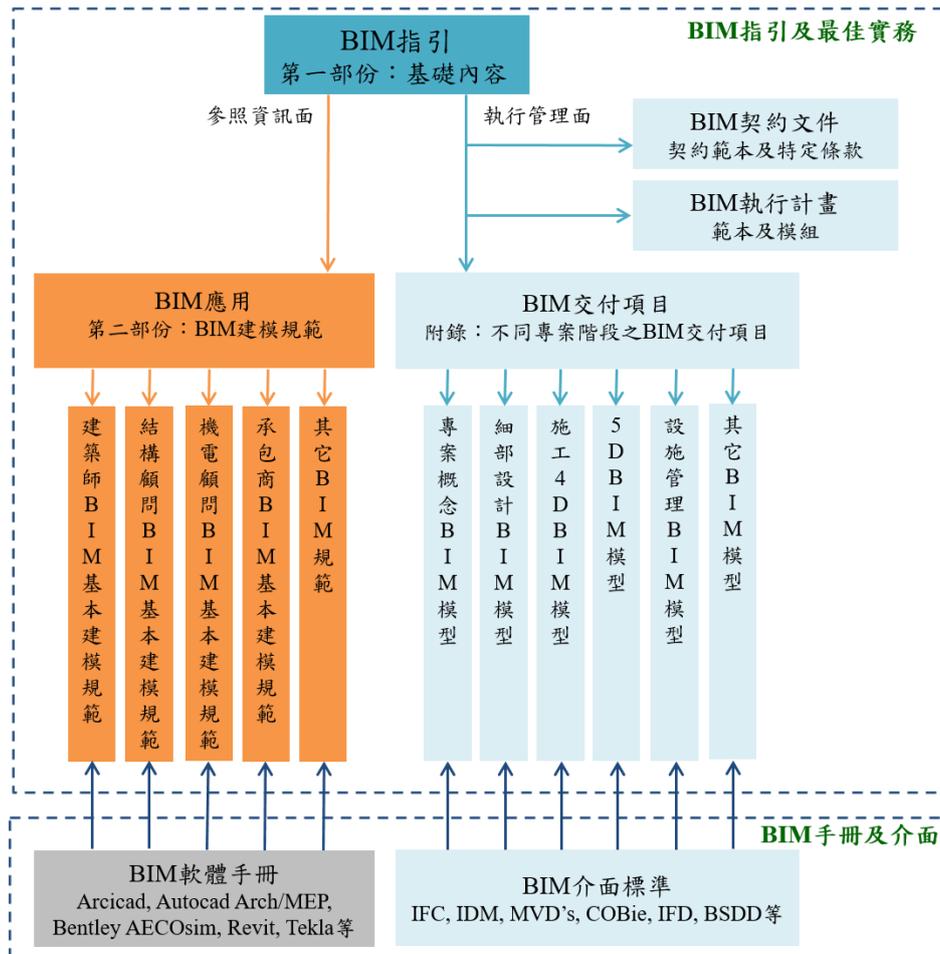


圖 2.1 德國學者建議的 BIM 指南架構

(資料來源：[21])

圖 2.1 的架構將英美等大國由軟體平台商支撐的儲存格式、資訊交換標準、甚至不同軟體的使用手冊，排除在「BIM 指南」外，反倒應該將用 BIM 做為溝通工具執行專案的經驗教訓轉化為最佳實務，列在 BIM 指南中供參照，是較適用於台灣地區的務實做法。因此，本研究將英國列在 BIM 指南中第二章的最佳實務要點共 11 項譯出，並列為應用案例教材編撰時應注意的重點共 9 項如下：

- 一、要明確定出個別營建專案的 BIM 需求：可參照 PAS1192 之 5.3 節「業主的資訊需求(Employer' s Information Requirements,EIR)」，重點在何時?需要什麼資訊?(指用 LOD 代表的圖形資訊及用 LOI 代表的非圖形資訊需求)；
- 二、要有適用於該專案階段的 BEP：以便於確認由誰負責建置及產出模型資訊?並且規定用什麼方法達成專案的需求?
- 三、應常規舉行專案 BIM 會議：以確實維護更新 BEP 且依 BEP 執行，維繫專案的 BIM 流程、確保模型的完整性、並且切合專案的需求。
- 四、務必建立順暢的資訊交換準則：供團隊參與各方遵循，以便能在不管是對內或對外的的工作協作溝通時，保持電子數據資訊的正確完整；這個資訊交換準則，不僅應用在正式的模式交付項中的各類設計數據的往反交換，也應同時適用在業主的決策點及各供應商的資訊交換；可參照 PAS1192 之圖 2 之「資訊交付迴圈(the information delivery cycle)」(本研究之圖 2.7)；
- 五、釐清模型元件之掌管權(ownership of model elements)：在整個專案生命週期中，應清楚界定各個模型元件由誰掌管，並且承擔該模型元件資訊的責任；
- 六、適當拆分模型：依照 PAS1192 之 7.6 節所述，將代表實體的模型適當依不同專業以空間體積所在(Volumes)拆解，並注意拆解後各部分模型檔案大小，以避免檔案過大不能處理或是拖慢處理速度；
- 七、明確規定需要建置的模型元件及應附帶的資訊需求：需要建置的模型元件應說明其詳細程度(Level of Detail,LOD)，不需要的元件不要建，以避免過度建模；而各階段應在各元件中附加的資訊需求(Level of Information,LOI)也應釐清，並避免無意置入錯誤的資訊；也就是說 BIM 的內函定義(Level of Definition)等於 LOD+LOI；
- 八、避免切斷 3D 模型與 2D 視圖或模型輸出資訊的關聯性：有任何的設計或資訊修改，應該在其源頭，也就是 3D 模型中修改，而不是直接修改 2D 圖紙，以確保模型的完整性及輸出成果資訊的正確性；
- 九、定期審議突出警告並解決重大問題(Outstanding warnings shall be reviewed

regularly and important issues resolved)。

台灣地區的 BIM 推動特點是由公部門主導、工程專案列出 BIM 應用工作且明列經費、不少委外 BIM 服務、累積經驗後快速進化，推廣期間易衍生「列出 BIM 應用且明列經費」理應產出「實體成果」的困擾；推動至今已有七年經驗，有必要強調「BIM 的資訊應用」本質，雖然有許多不同的模型應用方式，探究其本質即在於專案團隊溝通整合；台灣地區常出現在「發佈階段定案 BIM 模型」後，即「結束 BIM 工作」，尤其是在將 BIM 工作委外的專案，似乎意味著「不再有 BIM 工作」，實際上只是指「依計畫建置 BIM 模型資訊的工作」完成，其實應用 BIM 模型資訊的工作是不斷持續進行的，然因在專案中有「明列 BIM 工作經費」，尤其是將此部份工作委外時，更「必需」區分這些工作的終止點，也就是 BIM 協同作業指南中說明的「提供給後續用模者應用」。

此種概念在新衍生的專案角色部份也同樣容易引起誤解，依據 BIM 協同作業指南之說明，採用 BIM 工具執行營建專案會出現新的專業角色，亦即 BIM 經理和 BIM 協調員，這些新的專業人員負責 BEP 的擬訂、管理、及執行。雖然是新的專職，但可以由專案團隊中既有的專業人員(例如既有的 CAD 經理、專案經理、顧問、及承包商等)擔任；有不少文獻提出的最佳實務，認為由既有的專業人員擔任這項新角色是較好的做法。例如，比利時在 2015 年發表的「BIM 指南(The Guide to Building Information Modeling)」，就明確說明用 BIM 在營建管理，實際上是在傳統角色中加入新的 BIM 角色，概念如圖 2.2 列的三個層級 BIM 角色所示，這裡所謂的「角色」不必硬要對應唯一的一個負責的人員，因為一個人可以扮演多個「角色」；傳統的營建管理角色大都不會因採用 BIM 而消失，例如縱使可由 BIM 直接輸出成本，仍需有人扮演估價經理的角色。

因此，基於 BIM 是數位化溝通工具的本質，傳統流程中各人員角色應擔負的責任，並未因採用 BIM 而改變，而負責建置模型資訊的人，最好就是負責參與該專案執行的人，並且需對模型中的資訊負責，模型資訊的可信範圍則應明確寫在特定條款、建模導則、及 BIM 執行計畫中，原各專案不同人員的角色與責任則未改變[17]。

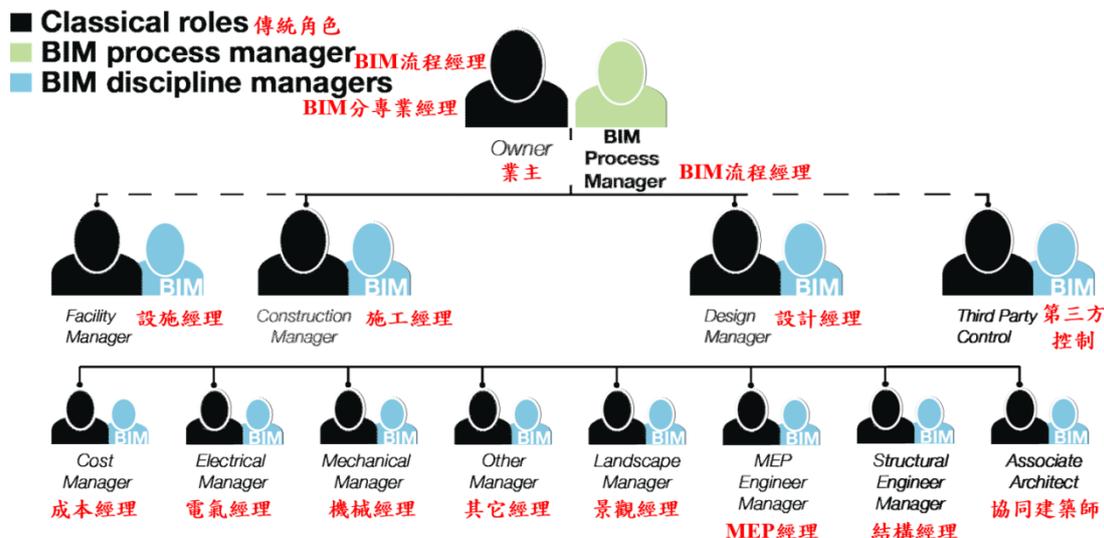


圖 2.2 在營建專案傳統角色中配以應用 BIM 工具的支撐角色

(資料來源：[17])

圖 2.2 中代表業主掌理 BIM 相關工作者稱為 BIM 流程經理(BIM Process Manager)，在 BIM 協同作業指南中，則認為要順利執行 BIM 流程必須設置「專案 BIM 經理」及「各分專業設計與施工團隊的 BIM 協調員」，雖然是新的專職，但可以由專案團隊中既有的專業人員(例如既有的 CAD 經理、專案經理、顧問、及承包商等)擔任，這二類新專職的角色與責任亦條列在該指南中。

另，在 BIM 特定條款中，則明確說明 BIM 經理是由專案的業主指定，雖有業主 BIM 代表的意義，但在擔負的工作責任上則較接近圖 2.2 中所述的 BIM 設計經理或 BIM 施工經理。在美國 BIM GfO 中闡述的 BIM 角色與責任則如圖 2.3 所述，圖 2.3 中表達了業主 BIM 代表、專案 BIM 經理、及各分專業的 BIM 帶頭人共三個層級的 BIM 角色，其中專案 BIM 經理這一層級可能有設計 BIM 經理及施工 BIM 經理，若是設計連帶施工專案則顯然可以只有一個 BIM 經理，考慮的似乎比較周詳些，也與圖 2.2 比利時 BIM 指南的規定相近。

由於 BIM 協同作業指南中的 BIM 經理是由業主指派的，故較接近圖 2.3[9] 中的業主 BIM 代表，但依 BIM 特定條款及 BIM 協同作業指南說明的 BIM 經理的責任，則顯然是負責執行 BIM 工作，較接近圖 2.3 中的專案 BIM 經理。

本研究建議可以依照專案的特性及採購契約型態來決定，有必要時業主可以多指派一名 BIM 經理做為業主 BIM 代表，負責查核監督 BIM 流程，與專案 BIM 經理共同執行，這種狀況下，不必更動 BIM 特定條款中關於 BIM 經理的規定。

若業主要將 BIM 工作交由設計 BIM 經理或施工 BIM 經理去執行，則業主也最好比照圖 2.3，指派一位業主 BIM 代表來掌握 BIM 流程，這種狀況下，則應修訂 BIM 特定條款中關於 BIM 經理的相關規定。

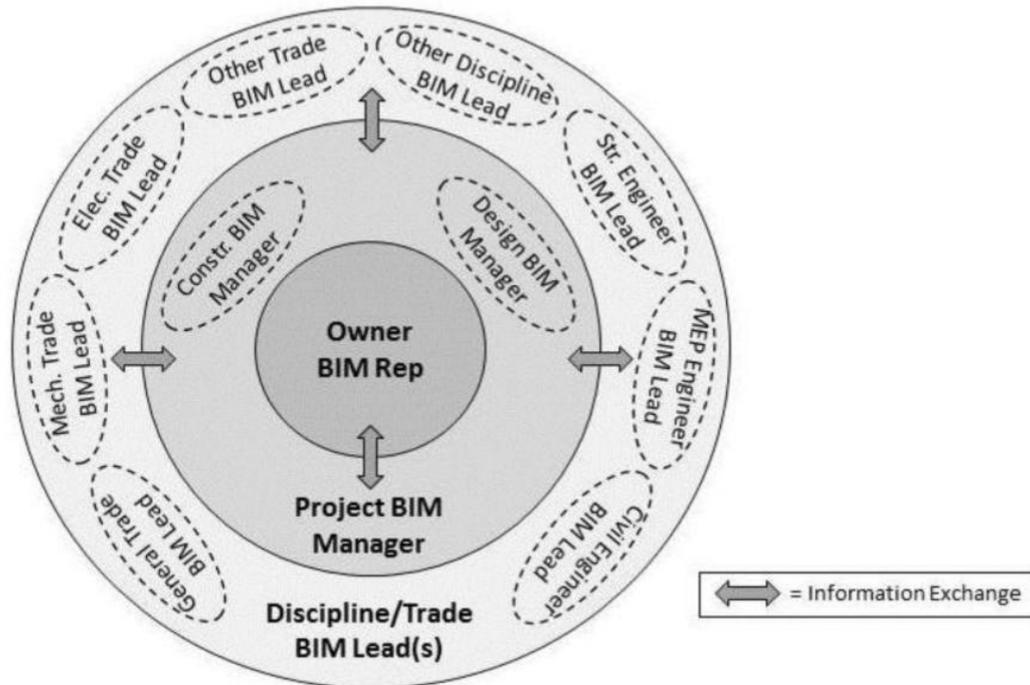


圖 2.3 美國 BIM GfO 的 BIM 角色與責任概念圖

(資料來源：[9])

依據 BIM 協同作業指南第四節闡述的「BIM 建模與協同作業」，一般 BIM 流程可分為：(1)分專業建模；(2)協同建模者與用模者進行模型協同與資料交換；及(3)在解決模型整合之衝突問題凍結模型資訊後進行模型之發佈共享等三個階段，如圖 2.4 所示。

第一個階段是由各不同專業分工建模，各專業自行負責其設計模型的資訊輸入及建模品質檢核；各分專業建模完成後進入第二階段協同作業，請建模者與用模者協同進行整合設計，整合內容包括衝突干涉消除及資源程序最佳化；這些協同整合完成的模型必需經由 BIM 經理確認後授權進入共同分享階段，也就是第三階段的凍結模型並發佈供應用。

這種執行方式與英國在 PAS1192-2 中定義的共通數據環境(CDE)相當類似，CDE 是指「專案的單一資訊源，供參與專案的多專業方有效率地蒐集、管理、區分所有經核可的專案文件與資料」，使團隊各方得以共享資訊，順利地以整合的團隊完成專案工作。

一般建議用適當的伺服器、外部網(extranet)、檔案存取系統、或其它適切  
的工具建立 CDE。在 PAS1192-2[7]中建議的 CDE 架構流程如圖 2.5 所示。

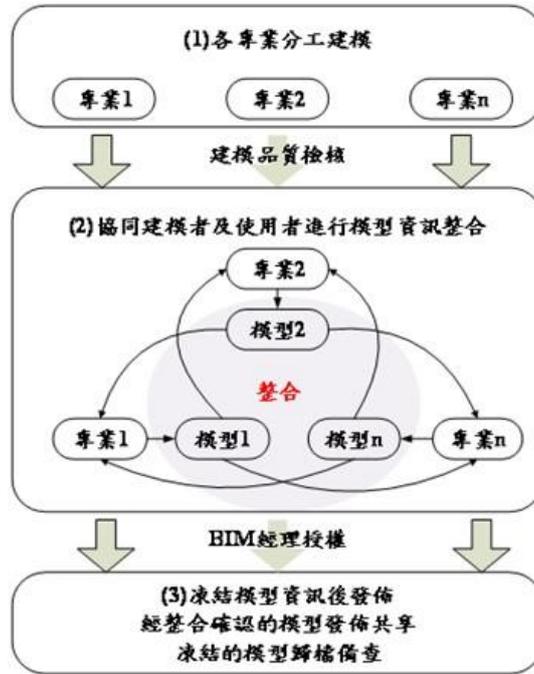


圖 2.4 BIM 協同作業指南的協同建模三階段作業流程示意圖

(資料來源：[1])

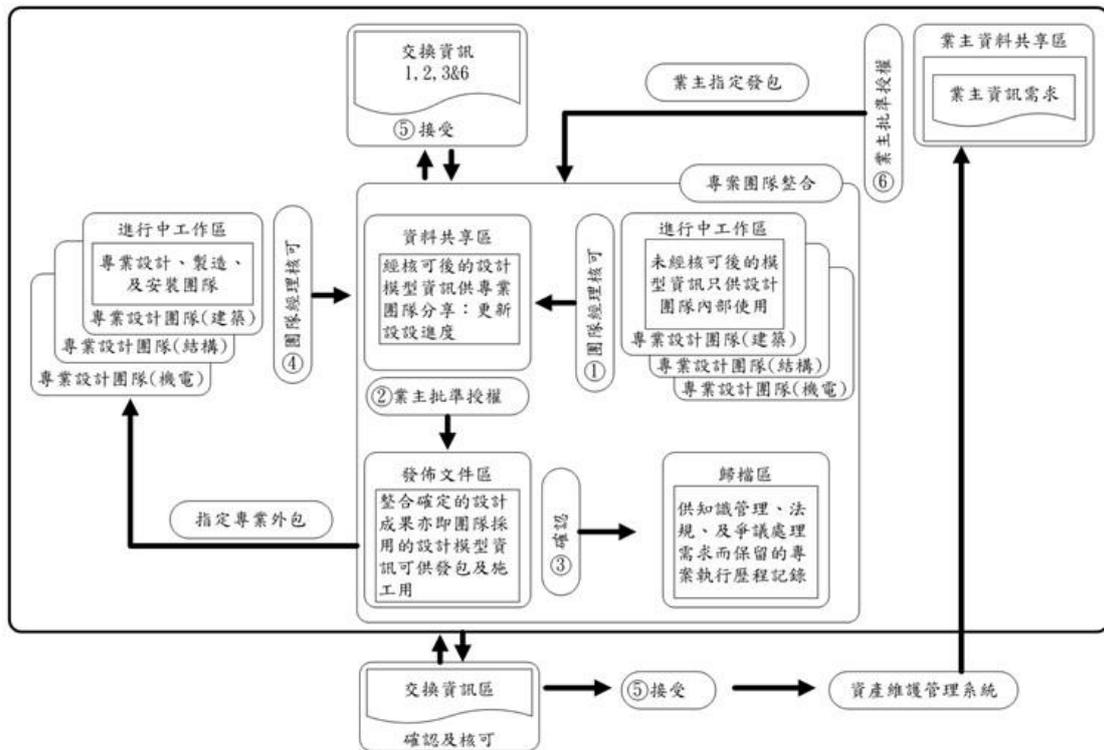


圖 2.5 PAS1192-2 建議的共通數據環境流程架構圖

(資料來源：本研究修改自 PAS1192-2)

由圖 2.5 右上角的「機關資料共享區」開始，業主提出資訊需求，並經業主核可授權後(圖中編號 6 關卡)作為發包的主要文件之一，經發包完成指定專案團隊後，進入專案團隊整合區內，專案團隊依雙方擬定的契約，開始進行設計工作，由團隊的不同專業設計團隊分工進行，此中未經核可的模型資訊只供團隊內部使用；經團隊經理核可(1 號關卡)的資訊，則可流入「資訊共享區」。不同專業的團隊以此區內的模型資訊為唯一的資訊源，這些資訊逐步發展成熟，並經業主批准授權(2 號關卡)後，可以發佈成為專案的設計成果，亦即進入到「發佈區」。這些設計成果是專案團隊所有成員共同遵循的，也是施工的依據，這些文件經整理確認(3 號關卡)後，流入「歸檔區」備查。

進入施工階段時，大都要依照各專業供應商的製造、安裝等施工資源及能力來進行，故在指定專業供應商後，由這些專業供應商在不侵犯原設計著作權的前提下，針對施工組裝的需求，將模型資訊進行修改，這些專為施工而製作的模型資訊經團隊經理核可(4 號關卡)後，也要流入「資訊共享區」供專案團隊共享，並再流入文件發佈區與歸檔區。專案團隊整合的工作在適當的專案里程碑時，應依照契約交付資訊，經業主核可接受(5 號關卡)後，分別流入本專案的資料庫及「資產維護管理資訊系統」中，供資產維護管理所用。

這種協同作業流程，尤其是採用以檔案做為資訊交換的載體時，則落實到 BIM 執行計畫中共通的 BIM 標準檔案結構，如圖 2.6 所示，將 BIM 模型檔先區分為「工作中」、「共享」、「發佈」、及「歸檔」共四類資料夾，在其項下則再依專業別做模型拆分。

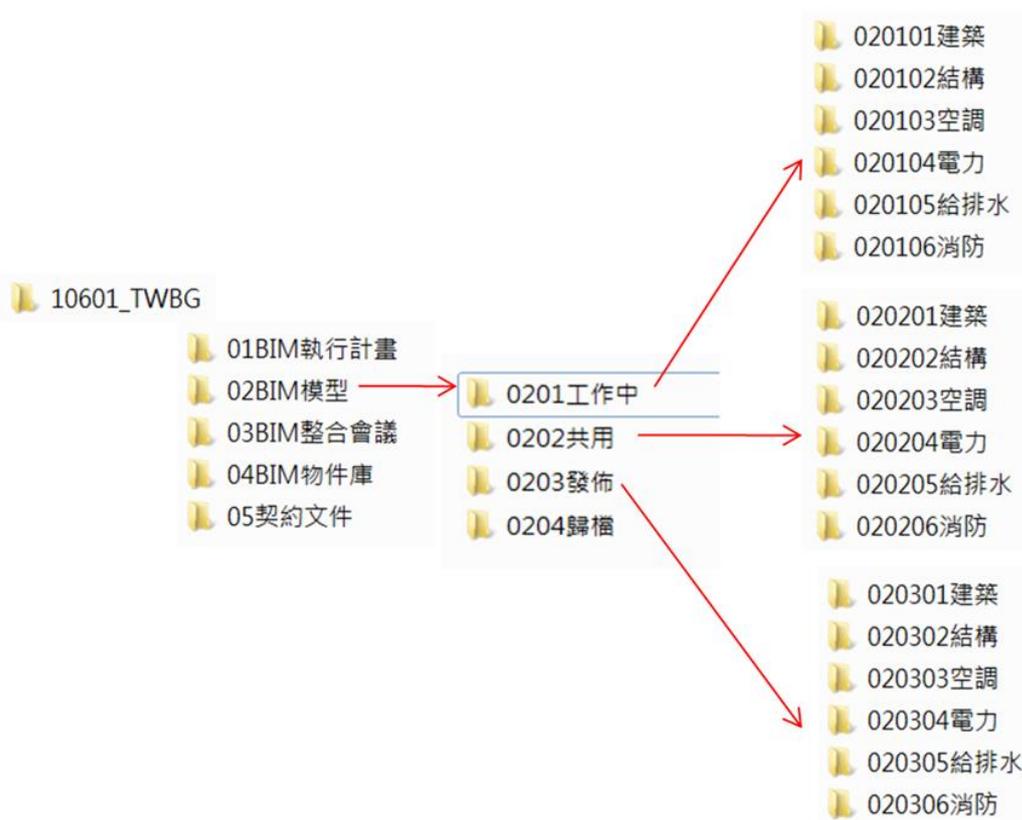


圖 2.6 在 BIM 執行計畫中規定的專案 BIM 標準資料夾例

## 第二節 彙整國內外文獻之 BIM 應用分類及交付成果

本研究分二小節綜合整理「BIM 應用分類」與「BIM 成果交付項」，來釐溝 BIM 協同作業指南中的「BIM 工作項目與交付成果」。

### 一、BIM 需求與應用分類

在執行專案時決定採用 BIM 技術後，要先決定 BIM 目標，再依照擁有的資源及技術成熟度選定 BIM 應用，一般會在 BEP 中將每個 BIM 應用都明確列出交付項。與國外先進國家最近幾年提出的 BIM 指南相比對，我國 BIM 協同作業指南雖然抓對了重點，但在執行的程序細節上則有些不同。

公認 BIM 推動成效較好的英國，在 BIM 的管理及資訊流程規範中，即明確地列出以「業主的資訊需求(Employer's Information Requirements,EIR)為起始點，在依該資訊需求進行採購後，則要求依照 BEP 執行，且明確地列出專案各階段所需的交付項目，如圖 2.7 所示。這種專案起始就要求明確列出業主資訊需求的做法，避免許多 BIM 目標不明確的問題，是出錢的業主決定採用 BIM 技術來

提昇專案效率時的重要關鍵。

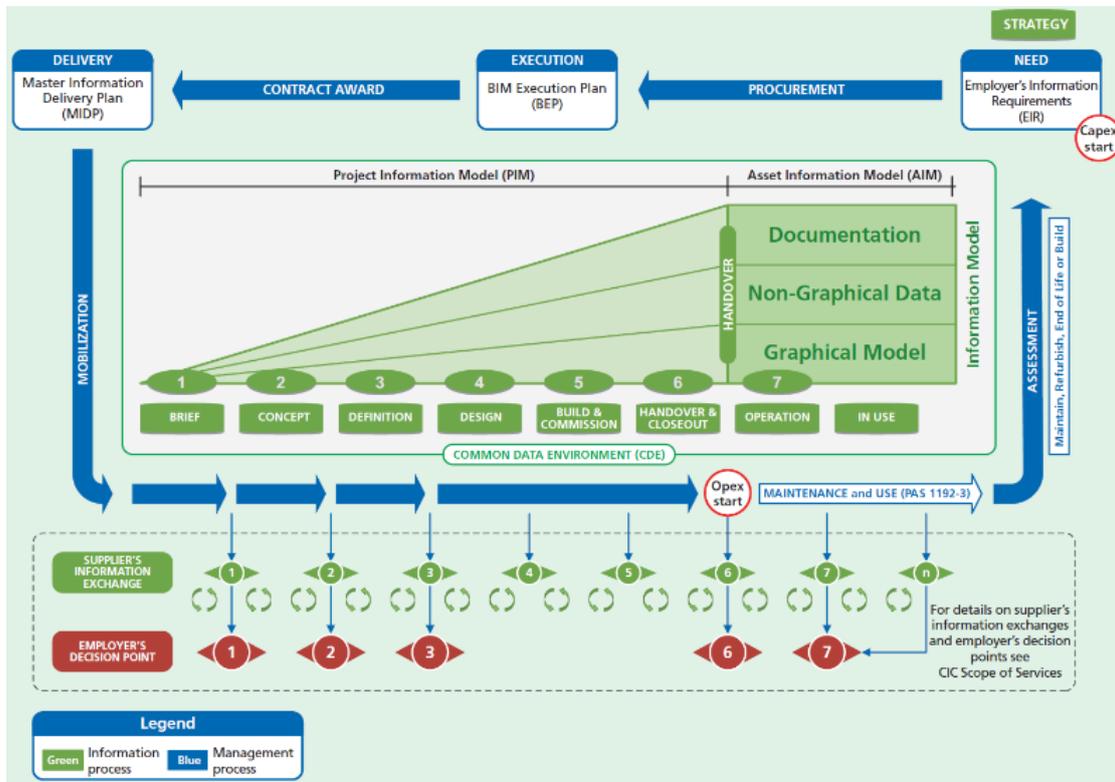


圖 2.7 英國 PAS 1192 闡述的營建專案的資訊交付迴圈圖

(資料來源：[7])

由美國建築科學院(National Institute of Building Sciences)發佈的 BIM GfO 也強調這一點，BIM GfO 且又進一步說明業主對專案的需求(Owner's Project Requirements, OPR)一般交由設計團隊據以轉化為設計基礎(Basic of Design, BOD)，設計團隊的工作即依照 BOD 完成設計方案及相關設計參數，這些資訊和數據再轉化為施工文件，供施工團隊據以施工；而有效益的 BIM 流程應該遵循下列四個步驟[9]：

- (一)業主應在與相關關係人(含規劃方、設計方、施工方、營運維護方等)簽定的契約中，依據選用的專案交付法(DBB, DB, 或 IPD)的不同，明確地定義最基本的 BIM 需求。
- (二)確認主要關係人在資訊模型上的角色與責任。
- (三)與主要關係人共同研擬 BIM 專案執行計畫(BEP)。
- (四)經由定期審核來確保專案的管理與執行，符合 BEP(內含模型資訊交付項)及契約需求。

以英美兩大國的 BIM 實務經驗及研擬的 BIM 指南來看，一致性是業主要明確列出 BIM 需求(英國稱為 EIR)，再經由擬定 BEP 來迎合這些需求；但，BIM 協同作業指南說明專案業主應依據專案的 BIM 目標，參考該指南文件之附錄 A 「25 項 BIM 應用目的」選定適當的 BIM 應用目的項目，專案團隊應在 BIM 經理帶領下，依據「BIM 應用目的」共同擬定對應的交付成果，專案各方所合意制定的 BIM 交付成果，都要列在「BIM 目的與責任矩陣」中；則，在業主應扮演的「策略性提出 BIM 需求」角色來說，似乎規定得太細但又與原有工作沒有明確區分，可能是後續產生執行問題的原因。

表 2.2 為本研究分析 BIM 協同作業指南在專案各不同階段共列出的 25 項 BIM 應用，與英美兩國主要文獻中的 BIM 應用的比較，表中的編號是原文獻中的編號，由表 2.2 可知 BIM 協同作業指南中的 25 項 BIM 應用，沒有英美 BIM 應用相對應的項目諸如 BEP 擬定、規劃定案、取得建築執照、制定發包預算、取得使用執照、施工定案、及驗收等共有 7 項；仔細探討這 7 項所謂 BIM 應用，都是不牽涉或較少模型資訊應用的項目，且除了 BEP 擬定外，都是原未採用 BIM 就必須執行的工作，其實不必特別列出做為「BIM 應用」，而 BEP 擬定是規劃如何執行 BIM 的工作，也應仿照歐美習慣不必稱為「BIM 應用」。

表 2.2 BIM 協同作業指南之應用項目與國外 BIM Uses 對應表

階段	TW02-A 表 A-1	英國 BIM Uses	美國 bSa BIM Uses
規劃	1.BEP 擬定	無	無
	2.基地分析(A3)	26.Site Analysis	20.Site Analysis
	3.規劃方案比選 (E2,E3,A8)	16.Programming	19.Programming
	4.規劃定案(E3)	無	無
基本設計	5.基本建築設計(E2)	21.Design Authoring	12.Design Authoring
	6.基本工程設計(A7,A8)	8.Engineering Analysis	13.Engineering Analysis
	7.基本設計估算(A1)	17.Cost Estimation	22.Cost Estimation
	8.取得建築執照	無	無
	9.基本設計定案(E3)	22.Design Reviews	18.Design Reviews
細部	10.細部建築設計(E2)	21.Design Authoring	12.Design Authoring

階段	TW02-A 表 A-1	英國 BIM Uses	美國 bSa BIM Uses
設計	11.細部結構設計(E2,A7)	10.Structural Analysis	13.Engineering Analysis
	12.細部機電設計(E2,A7)	12.Mechanical Analysis	13.Engineering Analysis
	13.細部成本估算(A1)	17.Cost Estimation	22.Cost Estimation
	14.整合細部設計(E4)	24.3D Coordination	11.3D Coordination
	15.制定發包預算	無	無
	16.細部設計定案(E3)	22.Design Reviews	18.Design Reviews
施工	17.施工模型(A2)	23.Phase Planning &4D Modeling	21.Phase Planning &4D Modeling
	18.施工前檢討(A6,A10)	27.Construction System Design(Virtual Mock-up) 24.3D Coordination 23.4D Modeling	8.Construction System Design(Virtual Mock-up) 11.3D Coordination 21.4D Modeling
	19.施工詳圖(A2,E4)		
	20.工地變更設計(E4)		
	21.取得使用執照	無	無
	22.施工定案	無	無
竣工	23.竣工模型(E5)	6.Record Modeling	6.Record Modeling
	24.驗收	無	無
設施管理	25.設施管理(O1)	3.Asset Management	3.Asset Management
未對應之 BIM Uses 數		7/25	7/25

針對近年來國內執行 BIM 專案時常出現 BIM 應用工作不明確、專案團隊不理解 BIM 工作內容、BIM 交付成果無法達到原專案擬定的 BIM 目標等缺點，在 BIM 應用工作的整理上需較具邏輯性及完整性，建議依照美國 BIM GfO 將 BIM 應用調整為基本必要 5 項，進階加值 10 項，及業主的 BIM 應用 3 項，本研究在在充份瞭解這 18 項 BIM 應用後，以紅色括號內英文字母及編號整理於表 2.2 內。針對表 2.2 的分析狀況說明如下：

- (一)基本建築設計及細部建築設計都是 E2，原文 E2 是指「設計表達(Design Authoring)」，原應包括建築、結構、及機電的設計建模表達，然在 BIM 協同作業指南中用基本工程設計、細部結構設計、細部機電設計，應該都是指結構、機電等的設計建模表達，但考量可能亦包括分析的部份，故標為 A7(工程分析)，實際上應該是 E2+A7；
- (二)至於各階段的所謂「設計定案」在美英的應用中並未再突顯列出成項，本研究認為若是應用在設計階段，依其要義較接近英美的「設計成果審核」(E3 Design Review)，但 BIM 協同作業指南並未列出業主在此一審核流程中扮演角色，也未強調建築師利用此工具在交付設計成果進行審核時可以達到更好的溝通效果；
- (三)BIM 協同作業指南中「規劃方案比選」是指在規劃階段用 BIM 建量體模，列出面積容積表，並以比選準則如外圍環境、氣候、能源效率等，產出相關文件供比選。與原 2010PEPG 附錄 B 中的 Programming(只指空間需求的設計效率比較)，則應該是 Programming+ A8 永續性分析。

由表 2.2 亦可看出英美兩國的 BIM 應用項目相當一致，因此，若反過來，將美國所列的 BIM 應用項目，但在 BIM 協同作業指南未列入的列出，得表 2.3。

表 2.3 未列入我國 BIM 指南中的美國 BIM 應用

美國 PSU,BIM PEPG(v2.0,2010)	TW_BIM_Guide 應用
1.Building (Preventative) Maintenance Scheduling	無
2.Building System Analysis	無
3.Asset Management(O1)	含在 25.設施管理模型內
4.Space Management & Tracking(O3)	無
5.Disaster Planning(O2)	無
6.Record Modeling(E5)	含在 24.驗收內
7.Site Utilization Planning(A4)	含在 17. 施工模型內
8.Construction System Design(A10)	無
9.Digital Fabrication(A5)	無
10.3D Control & Planning (Digital Layouts)(A6)	含在 17.施工模型內

美國 PSU,BIM PEPG(v2.0,2010)	TW_BIM_Guide 應用
11.3D Coordination(E4)	14.整合細部設計
12.Design Authoring(E2)	5.基本建築設計、 6.基本工程設計
13.Engineering Analysis(A7)	含在 3.、6.、11.、12.等項內
14.Sustainability (LEED) Evaluation(A8)	無
15.Code Validation(A9)	無
16.Programming	3.概念設計比選
17.Site Analysis(A3)	2.基地分析
18.Design Review(E3)	含在 9.、16.兩設計定案內
19.Phase Planning (4D Modeling)(A2)	含在 18.施工前檢討
20.Cost Estimation(A1)	7.基本設計估算、 13.細部成本評估、 15.制定發包預算
21.Existing Conditions Modeling(E1)	含在 2.基地分析內
共 21(18)項	沒有對應者有 8 項

註：括號內編號是美國 BIM GfO 的應用代號

由表 2.3 可知未直接在 BIM 協同作業指南列出的國外 BIM 應用，大都是屬於 BIM 模型資訊分析的應用，本團隊實際參與 BIM 協同作業指南的研訂過程，理解國內 BIM 資訊的分析應用不如英美成熟，建築產業又較保守，在擬訂 BIM 應用時仍以目前的交付項目為主幹，但若再詳讀 TW02-A 表中 BIM 應用目的說明及建議交付成果，廣義解讀後將部份涵蓋的應用加上括號，可得國內較缺乏(未來可再加強)的 BIM 應用計有下列 8 項：

- (一)建築維護時程管理(Building Maintenance Scheduling)；
- (二)建築系統分析(Building System Analysis)；
- (三)空間管理/追蹤(Space Management/Tracking)；
- (四)災害應變規劃(Disaster Planning)；
- (五)施工系統設計(Construction System Design)；

- (六)數位製造(Digital Fabrication)；
- (七)綠建築相關指標評估(Sustainability (LEED) Evaluation)；
- (八)設計圖審(Code Validation)。

以現代建築工程之設計、發包採購、施工、及營運維護的全生命週期管理來看，上述 8 項 BIM 應用無一不是重點應用，本團隊將在本項計畫中視國內技術的成熟狀況嘗試補足。這些項目已包括在美國 BIM GfO 的 18 項 BIM 應用內，本研究認為在推廣 BIM 應用的初期，以這種用階段及目的區分的 BIM 應用如表 2.4 所示，有整合聚焦的效果，較適於本研究案例教材的 BIM 應用說明。本研究已依照 2010PEPG 之附錄 B，翻譯整理完成共 18 項 BIM 應用，列於本研究報告之附錄六。

依照 BIM 協同作業指南的規定，業主應將專案需要的 BIM 工作列在發包及契約文件中，本研究建議可以依照表 2.4 所列的 BIM 應用，簡要地列出業主的 BIM 需求。本研究依照傳統採購契約之規劃設計階段契約、施工階段契約、及統包契約共三種狀況，分列如下：

(一)規劃設計階段契約：(4 項必要、6 項選擇性)

- 1.E1 基地現況建模
- 2.E2 設計表達
- 3.E3 設計成果審核
- 4.E4 3D 整合協作
- 5.選擇性加值 BIM 應用
  - (1)E5 集成模型匯編
  - (2)A1 成本估算
  - (3)A2 歷時規劃
  - (4)A3 基地分析
  - (5)A7 工程分析
  - (6)A8 永續分析
  - (7)A9 設計圖審

(二)施工階段契約：(4 項必要、6 項選擇性)

- 1.E1 基地現況建模
- 2.E2 設計表達

3.E3 設計成果審核

4.E4 3D 整合協作

5.選擇性加值 BIM 應用

(1)A1 成本估算

(2)A2 歷時規劃

(3)A4 工地利用規劃

(4)A5 數位製造

(5)3D 控制與規劃

(6)施工系統分析

(三)設計連帶施工(統包)契約：如表 2.4 所示之 5 項必要 BIM 應用，10 項選擇性 BIM 應用，業主 BIM 應用則視契約範圍，亦可列入為撰擇性 BIM 應用。

表 2.4 以階段及用途區分的 BIM 應用分類

前期規劃階段	設計階段	施工階段	營運維護階段
E1.基地現況模型(Existing Condition Modeling)			
A1.成本估算(Cost Estimating)			
A2.歷時規劃(Phase Planning)			
A3.基地分析(Site Analysis)			
	E2.設計建模(Design Authoring)		
	E3.設計成果審核(Design Review)		
	A7.工程分析		
	A8.永續性分析		
	E4.3D 整合協作(3D Coordination)		
		A4.工地利用規劃 (Site Utilization Planning)	
		A5.數位製造 (Digital Fabrication)	
		A10.施工系統設計 (Construction Sys- tems Design)	
			E5.集成模型匯編 (Record Modeling)
			O1.資產管理(Asset Management)
			O2.災害應變規劃 (Disaater Planning)
			O3.空間管理/追蹤 (Space Manage- ment/Tracking)

註：編號 E1 至 E5 為 5 項必要(基本)BIM 應用、編號 A1 至 A10 為 10 項加值 BIM 應用、編號 O1 至 O3 為業主 BIM 應用

(資料來源：本研究依 BIM GfO 繪製)

必要或基本 BIM 應用需求部份，在美國 BIM GfO 有如圖 2.8 的說明，該圖的抬頭是「至少 BIM 例(Minimum BIM Example)」；BIM 是新一代的團隊溝通整合工具，由圖 2.8 可認知道在營建專案使用 BIM 工具，至少要先模擬現況，再把設計者的專案設計意圖用 BIM 表達，並且充份用來與包括業主及其他利害關

人做設計溝通、審批、整合，以便能使專案設計的更好，團隊執行此專案更有效率，在專案執行完成後，又能將這些資訊用做未來營運維護所用；在圖 2.8[9]中的虛線部份則是依據營建業普遍應用的採購方式，也就是傳統的設計、發包、施工，所造成的潛在資訊切斷，但因有共通的資訊格式與交付標準，問題已逐漸獲得解決；如果是採用綜合交付或是設計連帶施工的採購契約型式，則基地現況模型、設計表達、及設計審核可以往後延申，而 3D 整合協作及集成模型則可以提早在前階段就進行。

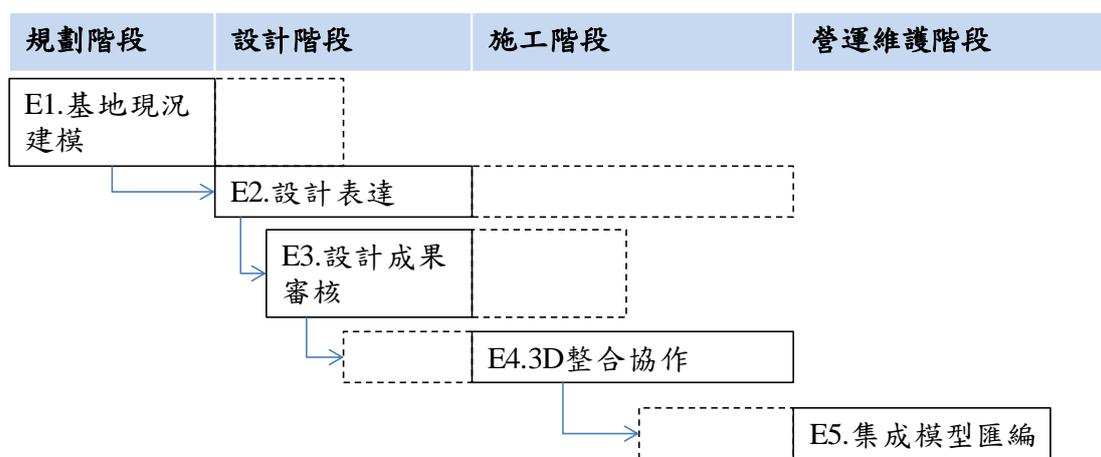


圖 2.8 美國 BIM GfO 列出的必要 BIM 應用(Minimum BIM Example)  
(資料來源：[9])

## 二、BIM 交付成果

在策略面上依據專案 BIM 目標，再將目標搭配擁有的資源拆解選擇 BIM 應用工作後，在專案執行管理面來說，應將預計交付的成果清楚列在 BEP 內，以供各參與方遵循並如期交付。

然而，BIM 本質上是營建業的數位化、資訊化工具，用來與不同專業方溝通的工具，不是實體的交付成果，重點在溝通過程產生的效益，尤其是應用 BIM 模型來做許多有利於提昇專案效率的工具，常是一套模型對應許多溝通應用目的，而不是每一項 BIM 應用都要有一獨特的 BIM 模型，也就是說 BIM 工作產生的主要成果是間接且多樣的，並不專指 BIM 模型。

BIM 工作產生的交付成果依照美國 BIM GfO，在通案的層級，模型交付項 (Model Deliverables) 的範例流程，如圖 2.9 所示，圖中的主要 5 種模型需求分述如下：

- (一)設計意圖模型(Design Intent Models):此類模型將被用來執行BIM應用、數位設計模擬、支援決策、及協作整合。
- (二)施工模型(Construction Models):由設計意圖模型依照採用的施工方法調整以供施工方使用之各種施工模型。這些模型檔將以跨平台的3D檢視軟體來將所有分包專業的檔案資訊及更高的細緻度資訊納入;這些新資訊應經設計團隊審核認可。
- (三)竣工模型(As-Built Models):依施工過程中出現的變更更新後,與實際完工狀況相同的模型。
- (四)集成模型匯編(Record Modeling):指為營運維護準備的模型,一般乃以原設計意圖模型做為基準,加入施工階段變更的部份,與竣工模型的差別是此紀錄模型應儘量減輕資訊量,只納入設施管理所需的資訊。一般而言,紀錄模型是由設計方負責從施工方提供的資料更新所得。依照紀錄模型建置的時機,可用來執行專案交付,也可以在專案交付後,再將交付數據用來更新紀錄模型。
- (五)營運維護數據(Operations and Maintenance Data):包括資產名列表、分類、資產位置資訊。業主應要求包括廠牌、型號、主構件序號等,COBie是設施數據交換之標準例。

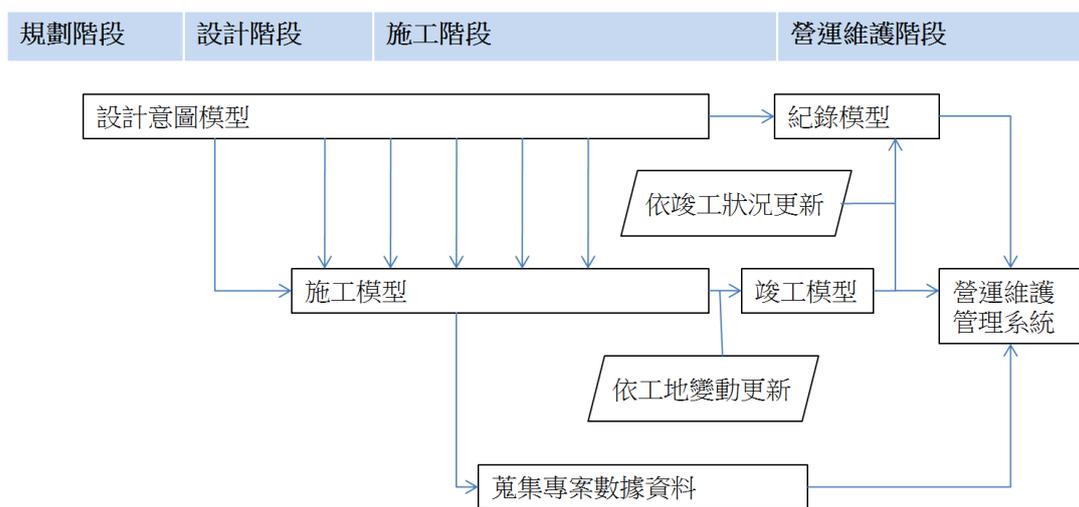


圖 2.9 美國 BIM GfO 列出專案全生命週期的模型需求例

(資料來源：[9])

至於個別專案的更細交付項，則應由 BIM 團隊應依照 BEP 之規定交給業主下列各項：

- (一)更新的 BEP；
- (二)用 PDF 格式交付由模型直接印出的 2D 圖面；(這些圖面與文件用慣用簽核程序提交)
- (三)各分項專業的施工模型；
- (四)最新版具 3D 互動審批格式的模型；不同的分專業可採用不同的審批模型格式。
- (五)施工提交項：所有施工提交項，亦即釋疑(RFI)及變更請求(COR)都應充分利用模型以便做最新清楚明確的判讀；
- (六)從模型中產出的資產及屬性報告；
- (七)確認報告，說明模型及模擬符合業主數據交換需求；
- (八)確認報告，說明交付模型中的元件精度及資產屬性符合；
- (九)衝突檢核報告；
- (十)所有交付檔案列表：此表應包括說明、目錄、每個交付檔之檔名。

若有其它模型交付項應在 BEP 中列出。各交付項的交付期限應搭配專案的各個里程碑擬定，例如：

- (一)概念設計完成
- (二)細部設計完成
- (三)施工文件完成
- (四)發包/採購完成
- (五)完成簽約
- (六)Notice to Proceed(開工通知)
- (七)開工
- (八)階段完工
- (九)交付(Commissioning)
- (十)最後檢查(Final Inspection)
- (十一)啟用/營運維護開始
- (十二)十個月保固檢核

依照 BIM 協同作業指南，BIM 專案交付成果應該在專案啟動之初、主要成員確定以後，由團隊成員共同擬定，每一項 BIM 交付成果都應訂有確切的交付時間；一般 BIM 交付成果包括：

- (一)基地模型
- (二)量體模型
- (三)建築、結構及機電模型：
  - 1.供法規送審用
  - 2.供整合及衝突分析用
  - 3.供視覺化用
  - 4.供成本估算用
- (四)材料數量及施工進度排程(BIM 模型或試算表)
- (五)施工及廠製模型
- (六)施工大樣圖
- (七)竣工模型(需規定採用特定軟體專用格式或開放格式)
- (八)設施管理所需資料
- (九)其它額外加值的 BIM 服務

針對國內實務運用 BIM 時常出現的交付項目或是驗收模型出現的爭議，並且認清 BIM 本質上是營建業的數位化、資訊化工具，用來與不同專業方溝通的工具，不是實體的交付成果；且在應用上常是一套模型對應許多溝通應用目的，而不是每一項 BIM 應用都要有一獨特的 BIM 模型，也就是說 BIM 工作產生的主要成果是間接且多樣的，並不專指 BIM 模型，本研究綜合整理 BIM 模型應用流程與交付項目示意圖，如圖 2.10 所示，圖 2.10 中區分兩類型交付項目，第一類是 BIM GfO 稱的模型交付項，另一類是展現 BIM 應用成果的交付項目，模型交付項是必要的項目，應用成果交付項目則會因個案的應用狀況而不同。

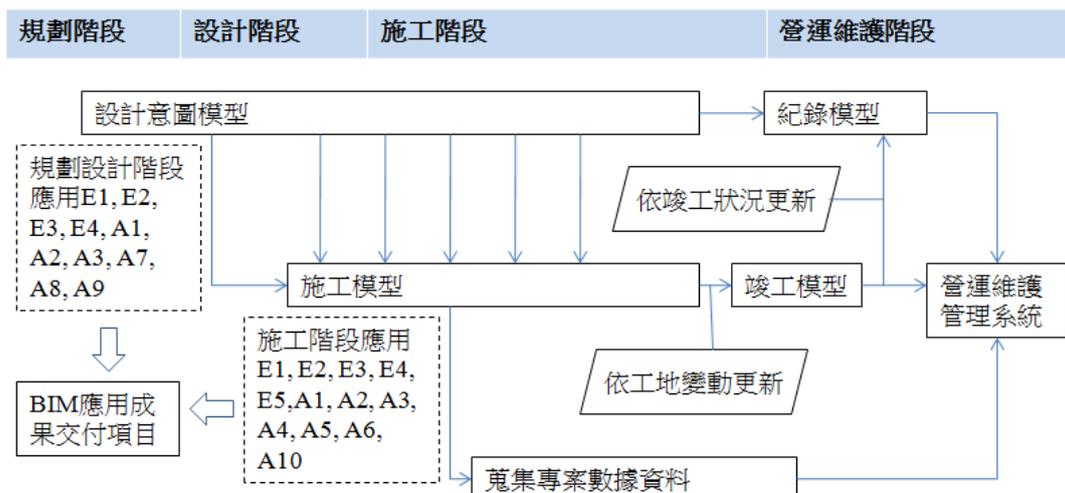


圖 2.10 BIM 模型應用流程中模型交付項目與應用成果交付項目示意圖

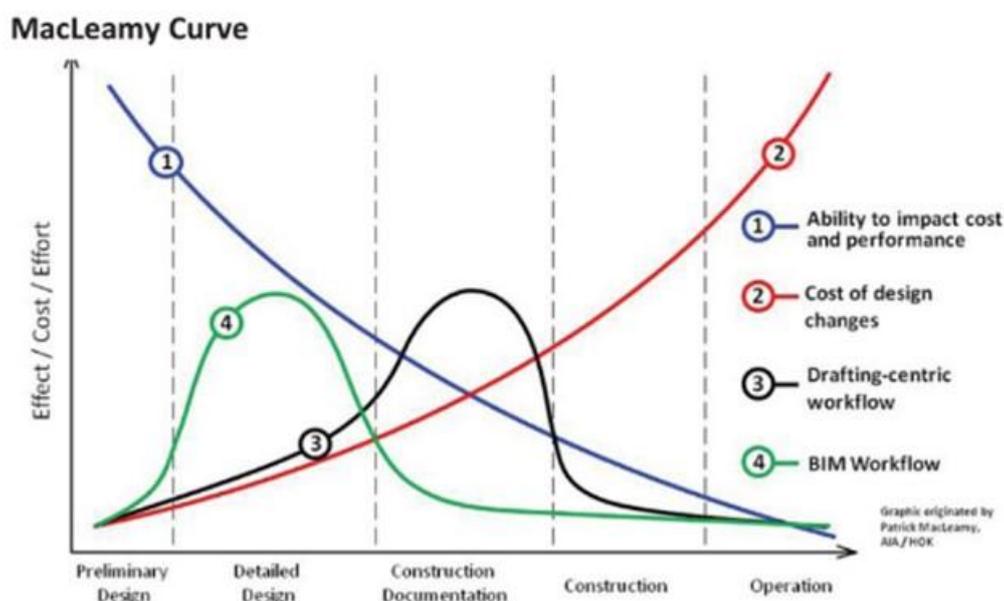
### 第三節 採購契約型式對 BIM 流程的影響

國內推動 BIM 在公共工程的應用已超過 7 年，應用的案例愈來愈多，正面效益的報導也不斷增加，大部份瞭解 BIM 的人都已認知得以提昇專案的效益，且有「必然趨勢」的看法；但營建業固有的制度、文化、加上市場的不確定性，使得採用新工具而付出成本的一方，不一定是直接由專案效益獲得回報的一方；因此，強調整體的專案效益，「共享資訊、分擔風險」，甚至顛覆現行的利益分配，是發揮 BIM 效益的關鍵；這種改變既有定見(Mindset)的工作，雖然很難一蹴可幾，但逐步養成「專案團隊整合」的習慣，則是刻不容緩的工作。營建專案都強調要整合，更不缺整合不良招致損失的教訓，但本研究強調的「專案團隊整合(Project Team Integration,PTI)」，要比營建業一般認知的「整合」明確且務實可行，因為有了 BIM 做為整合的工具平台。

PTI 是指從業主的角角度鼓勵專案的所有團隊(包括設計顧問、施工的承包商、及其分包商)儘早參與專案並且加強實質的整合，以便能充份應用所有參與成員，尤其是專業分包商的技術和見解，也同時減少資源浪費，並將專案設計、生產製造、施工安裝、到交付及設施管理等工作，因整合而進行全生命週期成果最佳化。PTI 是執行專案過程應把握的原則，營建專案既有的採購策略，例如最普遍應用的「設計/發包/施工(Design/Bid/Build,DBB)」，或是較有利於整合的「設計連帶施工(Design and Build,DB)」(或稱「統包」)，在實質上影響團隊整合的意願，大部份研究報告認為採用 BIM 工具後的最佳採購策略是「綜合專案交付(Integrated

Project Delivery, IPD)」；IPD 是一種新的採購策略，以契約來規定專案各團隊成員在財務上的實質成本利益，用專案最有利為主軸，促成「共享獲利、同擔風險」；然在現階段，IPD 彷彿是偏離實務的理想般難以實現，由於 PTI 是邁向 IPD 的過程，是故，無論是採用 DBB 還是 DB，把握 PTI 是在 BIM 顛覆營建產業前的最重要原則。

所有團隊成員儘早參與專案的效益，可以用 MacLeamy 曲線來說明，如圖 2.11 所示，該圖縱軸代表效果、成本、或是需要投入力量的多寡，橫座標則是專案的期程，由左至右分別為基本設計、細部設計、施工圖說、施工、及營運維護階段。



Graphic originated by Patrick MacLeamy AIA/HOK

圖 2.11 說明團隊成員儘早參與專案的效益的 McLeamy 曲線

(資料來源：[10])

McLeamy 曲線中的紅線(2 號線)代表變更設計所需的成本，該線隨期程進展逐漸成長至施工及營運維護期快速增加，也就是說，在基設階段，若因較多原本後期才會加入的成員提早參與而貢獻各自的技能與見解，提早針對施工或營運的需求進行設計變更，則所需投入的變更成本很低；但若是沒有提前參與，到了施工或營運階段，才依施工或營運專業需求進行設計變更，則會要投入相當高的成

本。

McLeamy 曲線中的藍線(1 號線)代表控制成本績效的能力，在專案設計的初期，大部份設計未定案，設計變更的成本較低，具有相當高的設計變更能力，也因此使得設計有彈性的多方嚐試而找到最佳方案，也就是控制成本績效的能力較高；隨著設計決策逐一完成到後期，若想推翻前面的決策則需要付出很高的成本，也就是控制成本績效的能力大幅下滑。

黑線(3 號線)代表一般未採用 BIM 工具的傳統專案在不同階段投入資源的狀況，曲線下方包覆的面積代表專案投入的資源量，從該曲線大部份的面積函蓋在細部設計及施工圖說來看，尤其是施工圖說花費了大量的資源，且耗用資源的高峰是在細部設計之後的晚期，在這些時間段，若是施工人員進場後發現有設計變更的需求，變更設計所需的花費是相對較高的。

愈早整合及整合程度愈高則愈能獲得整合的效益，採用 BIM 技術得以事先在電腦平台上充份模擬整合團隊成員的設計及施工資訊，若把握 PTI 的原則，則專案整體投入的設計資源曲線可以如綠線(4 號線)所示，該線下包覆面積的大部份出現在細部設計階段，在這個階段進行充份的整合，投入的設計努力有較高的成本控制績效，到了施工圖說及施工階段，因為已經整合模擬完成，投入的設計資源相對少了許多。

其實 BIM 的三維建模功能及專案團隊整合部份並不算是新的觀念，但對營建產業的設計與施工實務來說，在這樣的溝通環境下使用及整合數據的方式則是新的，也就是新的溝通方式及流程，這種新的整合溝通方式需要有利於團隊整合的採購契約型態來搭配。

縱使是在傳統的採購契約型態下，在專案中要求應用 BIM，還是可以產生不少的效益；資產業主應仔細考量目前可有的及未來會產生的 BIM 效益；在設計階段，儘早將業主及未來的使用方的意見，以用 BIM 強化的視覺化有效溝通方式，納入設計流程中來，將可提昇設計效率，並且大量減少後續的設計變更。若要能使專案團隊確實整合，則有必要擴增採購人員及業主扮演的角色，以促成採用專案團隊整合最佳化的採購契約型態，以便得以使規劃、設計、施工、到設施營運管理，各方皆能充份分享資訊，擴大 BIM 的有效應用。

專案業主應能區分不同採購契約型態中的主要特性，將對採用 PTI/BIM 與傳統營建實務產生不同型能的差異，這些主要的特性是指：

一、較早將主要施工方甚至主要分包商在設計早期就納進來；

二、使潛在效益極大化的專案專隊整合；

三、BIM 可產出幾何正確的 3D 模型及其中的資訊供整個生命週期所用。

是否應採用新式的或是客製化的採購契約型態，則視在專案交付時要如何應用 BIM，及 BIM 被賦予的角色和責任而定；另外就是採購契約型態應該要能在規劃設計階段就將設施管理的專業方納進來。並沒有一定要採用哪種契約型態才能有效應用 BIM，而各種不同的型態實際上都可以應用 BIM 而產生效益，這種複雜的狀況可以用圖 2.12 來說明；圖 2.12 左側代表建置及應用的專業方，只有設計方亦或包括所有可能參與方，圖 2.12 右側則是代表採購契約型態的影響，傳統契約亦或是強調各方關係的新型契約；由圖 2.12 可知採用傳統的採購契約型態時，設計、施工、及設施管理是個別獨立的採購契約，這時候應用 BIM 的方式是單方應用(孤獨 BIM)，對業主而言有多重的風險；若是新型態的契約朝增加整合機會發展，則會出現多方貢獻充份整合團隊的 BIM，業主承擔的風險也逐漸由契約各方分攤。

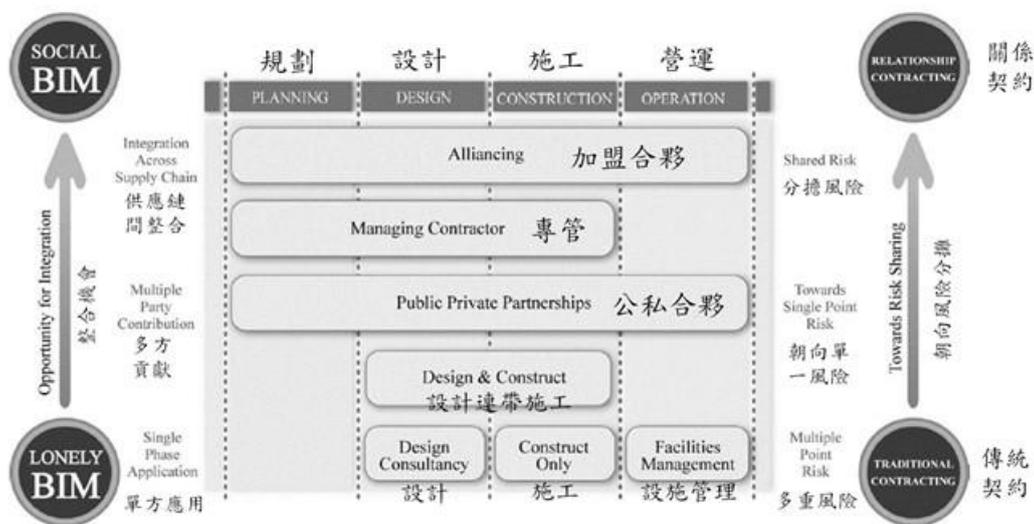


圖 2.12 不同採購契約型式對 BIM 作業的影響

(資料來源：[10])

國內營建工程界尚未發展新型態的採購契約，實務應用上就只有傳統的 DBB，及國內慣稱為統包的 DB 兩種；依照 BIM 協同作業指南，營建專案若採統包採購方式，則可以建置單一的 BIM 模型平台來產出施工所需的圖說文件，流程如下[TW-02,4.6]：

- 一、在開始建模前，統包商應先制定 BIM 執行計畫(BEP)；
- 二、在規劃設計階段，統包團隊的設計成員與分包商即開始協同建置 BIM 模型，以符合既定的專案需求；
- 三、將 BIM 模型整合並進行衝突檢核；
- 四、在整合會議上共同解決分專業模型間的衝突；
- 五、一旦將所有干涉問題解決後，即可應用 BIM 模型輸出施工圖說；
- 六、召開施工計畫擬定會議，用整合模型做施工程序審核；
- 七、主要的組件得以用精確的數值進行他處生產製造，包括鋼構件、預製組件及帷幕牆單元等 BIM 應用。

若是採用傳統的設計/發包/施工專案，則會將 BIM 流程切割，而設計團隊(建築師及設計顧問)及施工廠商必須分別制定二個 BIM 執行計畫來進行—即設計階段 BEP 和施工階段 BEP。設計團隊依 BEP 建置設計模型及發包文件，承包商則依據 BEP 負責建置施工所需的施工模型：[TW-02,4.7]

#### 一、設計階段

- (一)在開始建模前，由設計團隊制定 BIM 執行計畫(BEP)；
- (二)由設計團隊建置建築模型、結構及機電模型；
- (三)將設計 BIM 模型進行協同整合及衝突檢核；
- (四)在整合會議上共同解決跨專業模型間的衝突問題；
- (五)一旦將所有干涉問題解決後，即可由 BIM 模型輸出發包圖說文件；

#### 二、施工階段

- (一)制定 BIM 執行計畫(BEP)；
- (二)由設計模型產出的模型及/或圖面釋出給總承包商做參考；
- (三)總承包商進一步建置施工所需的模型，以便能產出提交給分包商生產製造所需之施工圖面，或納入分包商提供的製造圖面。

### 第四節 我國 BIM 協同作業指南之文件歸類與應用

依據「我國 BIM 協同作業指南之研訂—設計與施工階段資訊交換」之成果報告，應用 BIM 協同作業指南之流程如圖 2.13 所示。(建議將最後工作結束改成資訊應用)

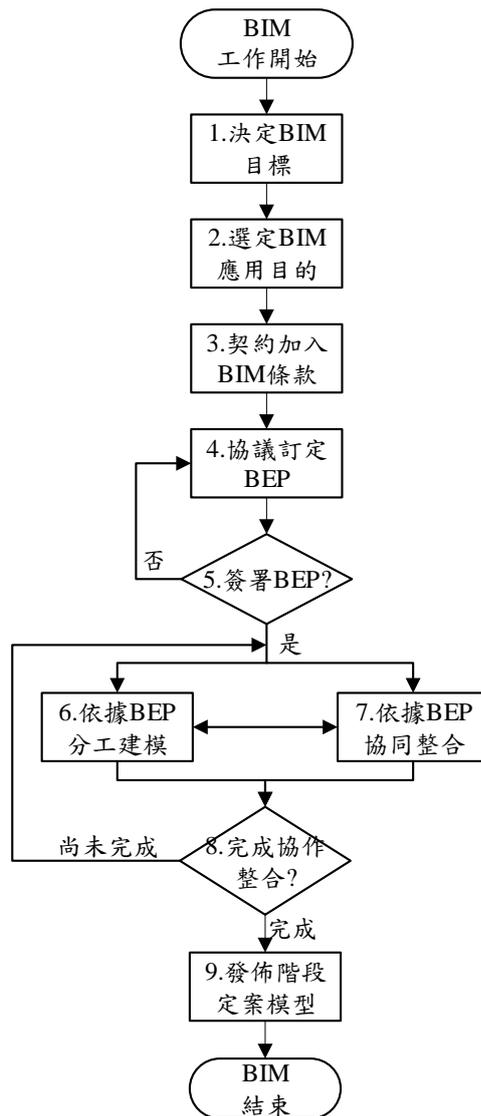


圖 2.13 台灣 BIM 協同作業指南之應用流程

(資料來源：[1])

由圖 2.13 的應用流程可知團隊的「協同作業」為相當重要的重點，故建議依主要的契約文件來規範參與專案之各方遵循，除了可以在契約主文中加入 BIM 條款外，將 BIM 工作引入專案主契約的主要文件為「BIM 特定條款」；依據該特定條款之規定，參與的團隊必依據選定的 BIM 目的(應用)共同協議訂定該專案的 BIM 執行計畫(BIM Execution Plan, BEP)，團隊再依據 BEP 執行分工建模、協同整合的工作，以達到充份溝通減少衝突重工，及資訊共享整合決策的 BIM 效益。這一連串流程所需的文件範本，亦已在建研所的研究專案中備妥，如圖 2.14 所示。

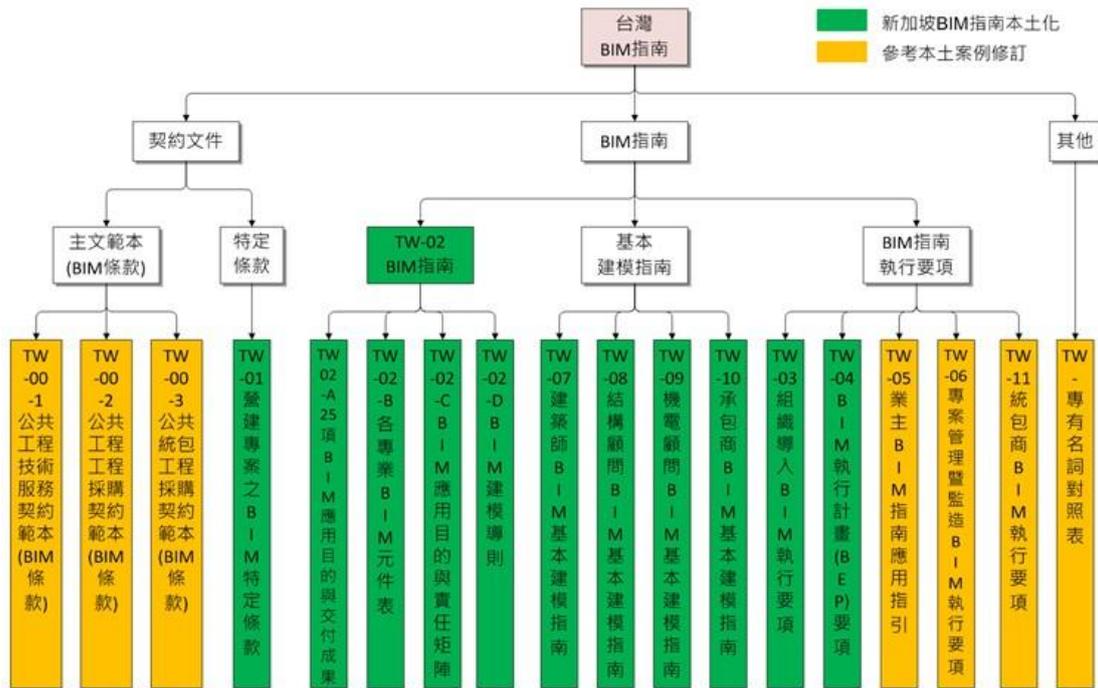


圖 2.14 BIM 協同作業指南文件架構

(資料來源：[2])

依照「我國 BIM 協同作業指南執行要項研擬」的成果報告說明，統包(DB)專案之 BIM 指南實施流程如圖 2.15 所示，詳細執行步驟說明如下：

- 一、當營建專案業主決定導入 BIM 之後，可先參考「TW-03 組織導入 BIM 執行要項」，組織內部之 BIM 推動小組並進行必要之人員訓練及 BIM 專業知識養成。國內大多數統包專案業主採用營建專案管理(PCM)服務，若業主採用 PCM 服務，則在完成統包專案發起之後，可參考「TW-05 業主 BIM 指南應用指引」及「TW-06 專案管理暨監造 BIM 執行要項」進行後續之 BIM 工作；由 PCM 參考進行業主 BIM 目標與策略需求分析，並完成 BIM 應用目的策略組合分析，以確立業主統包專案之 BIM 應用目的組合。倘若業主未採用 PCM 服務，則業主應先指定 BIM 規劃人員，由 BIM 規劃人員進行相關目的與策略分析，以確立業主統包專案之 BIM 應用目的組合。
- 二、PCM 或業主 BIM 規劃人員依據統包專案之 BIM 應用目的組合，搭配既有的資源及潛在承攬方的 BIM 能力，進行必要性及選擇性之 BIM 應用目的 (BIM Uses) 規劃。
- 三、若業主採用 PCM 服務，則 PCM 團隊應於簽約後參考「TW-04 BIM 執行計畫 (BEP) 制定要項」，撰寫 PCM 之 BEP 提送給業主核定。PCM 之 BEP 應詳細

說明專案各階段 BIM 模型元件之資訊建置內容及詳細程度之要求，以利後續 BIM 工作成果之管理。

四、PCM 或業主 BIM 規劃人員依據所規劃之 BIM 應用目的，估算所需之 BIM 服務成本需求，並報請業主經費主管人員核定。

五、PCM 或業主 BIM 規劃人員參考「TW-00-3 公共統包工程採購契約範本(含 BIM 條款)」及「TW-01 營建專案之 BIM 特定條款」，研擬技術服務契約主文及特定條款內容。此外，步驟 2 所規劃之 BIM 應用目的以及 BIM 指南文件(含指南附件、TW-07 建築 BIM 基本建模指南、TW-08 土木結構 BIM 基本建模指南、TW-09 機電 BIM 基本建模指南及 TW-10 承包商 BIM 基本建模指南)應列入招標公告之文件中。由於統包 BIM 專案之服務屬於異質性專案，宜採最有利標或評分及格最低標決標方式選商，而不宜以最低標方式決標。

六、統包招標與決標：業主工程採購人員依據步驟 5 所研擬之發包文件進行 BIM 專案之工程招標與決標。為確保承包商對於本 DB 專案 BIM 工作之瞭解並做為最有利標(或評分及格最低標)之評選，業主應要求投標廠商於投標文件中提供承包商之「簽約前 BIM 執行計畫書(Pre-BEP)」，以說明其對 BIM 服務工作之執行構想。

七、統包商於簽約後應依據步驟 5 之招標文件及步驟 6 之「簽約前 BIM 執行計畫書」，並參考「TW-04 BIM 執行計畫(BEP)制定要項」，撰寫統包商之 BEP 提送業主核定。承包商之 BEP 應參考「TW-02 BIM 協同作業指南之 3.4」，建立「BIM 目的與責任矩陣」；並參考本指南「表 4.1 各專案 BIM 模型元件詳細程度暨建置者責任矩陣表(元件深化表)」，詳細說明專案各階段 BIM 模型元件之資訊建置內容及詳細程度。

八、統包商於業主核定其所提送之 BEP 後，即依據 BEP 之計畫內容與工程專案之執行進度，參考「TW-02 BIM 協同作業指南」、「TW-07 建築 BIM 基本建模指南」、「TW-08 土木結構 BIM 基本建模指南」、「TW-09 機電 BIM 基本建模指南」、「TW-10 承包商 BIM 基本建模指南」及其他 BIM 指南文件，進行統包設計/施工模型建置及 BIM 協同作業整合工作，並依據契約內容進行各階段定案 BIM 模型之成果交付。統包商之設計方案經審核通過而於施工過程中發生任何設計變更，應依據業主之變更命令，進行施工定案模型之修正。依據「TW-01 營建專案之 BIM 特定條款：1.12」之規定：未依據設計變更完成模型修正之 BIM 模型不得做為「階段定案模型」，亦不得做為契約估驗之

依據。

九、統包商於工程完工後應完成竣工模型之修正，並將最終竣工模型提送給業主保存。

十、若步驟 2 之 BIM 應用目的包含「設施管理」，則必須進行設施管理模型之深化。設施管理模型是在驗收 BIM 模型中加入所需之營運管理的資訊，以供設施營運管理資訊系統使用。所使用 BIM 模型建置軟體或平台必需是開放式的系統，亦即可通過 IFC 格式交換之資訊與檔案。

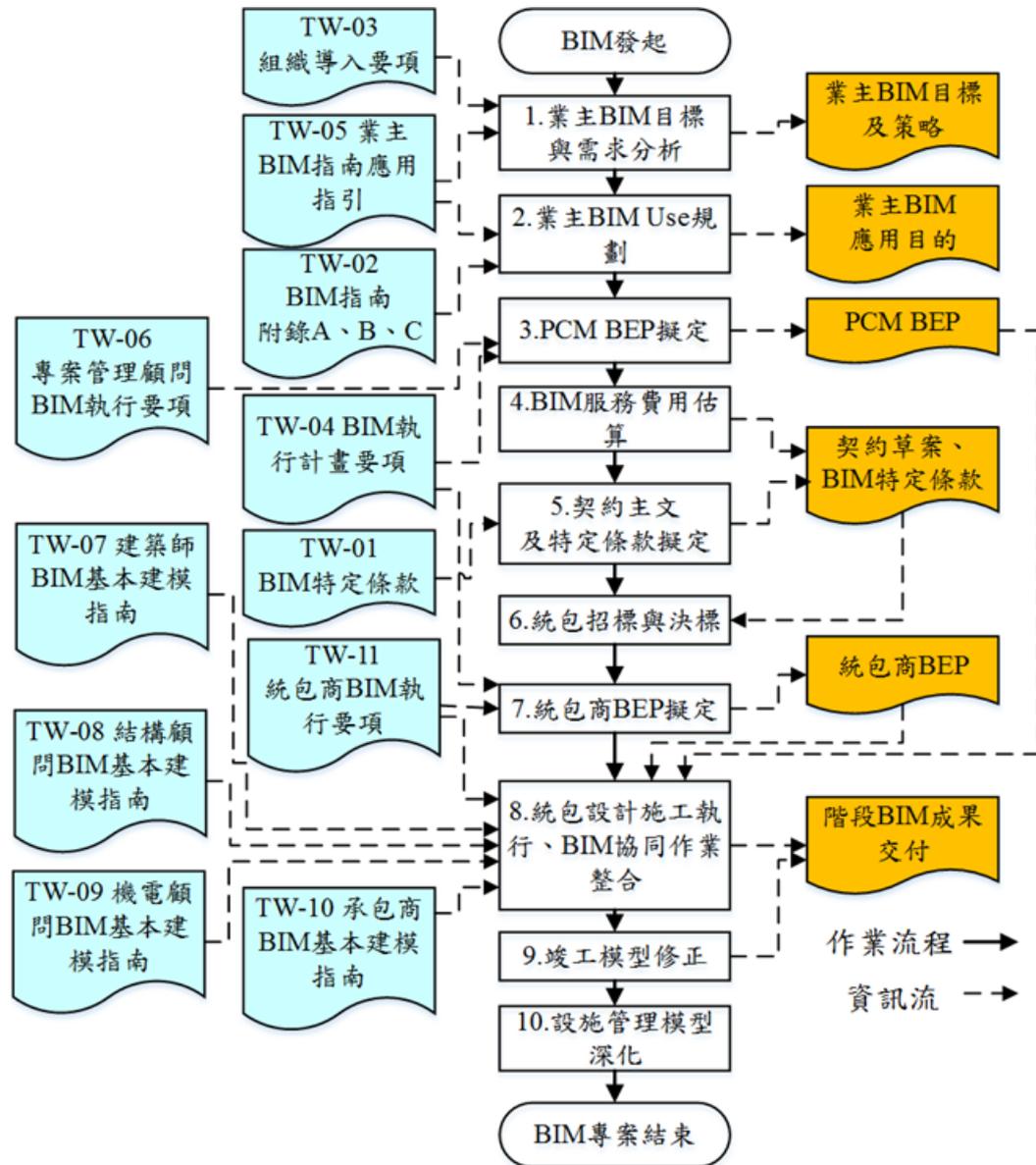


圖 2.15 統包(DB)專案 BIM 指南實施流程

(資料來源：[2])

傳統設計/發包/施工專案之 BIM 指南實施流程如圖 2.16 所示，詳細執行步驟說明如下：

- 一、當營建專案業主決定導入 BIM 之後，可先參考「TW-03 組織導入 BIM 執行要項」，建立組織內部之 BIM 推動小組並進行必要之人員訓練及 BIM 專業知識養成。在完成 DBB 專案發起之後，可參考「TW-05 業主 BIM 指南應用指引」進行後續之 BIM 工作：首先，業主應指定 BIM 規劃人員，由 BIM 規劃人員進行組織策略需求，並確立業主 DBB 專案之 BIM 應用目的組合。
- 二、BIM 規劃人員依據 DBB 專案之 BIM 應用目的組合，搭配既有的資源及潛在承攬方的 BIM 能力，進行必要性及選擇性之 BIM 應用目的(BIM Uses)規劃。
- 三、依據所規劃之 BIM 應用目的，參考本指引「4.2 估算 BIM 專案執行經費需求」，估算所需之 BIM 服務成本需求。
- 四、業主 BIM 規劃人員可參考「TW-00-1 公共工程技術服務契約範本(BIM 條款)」及「TW-01 營建專案之 BIM 特定條款」，研擬技術服務契約主文及特定條款內容。此外，步驟 2 所規劃之 BIM 應用目的以及 BIM 指南文件(含指南附件及 TW-07 建築師 BIM 基本建模指南、TW-08 結構顧問(含技師) BIM 基本建模指南、TW-09 機電顧問(含技師) BIM 基本建模指南)應列入招標公告之文件中。
- 五、業主進行設計團隊徵圖，並依據步驟 4 之 BIM 契約文件與設計團隊完成簽約。為確保承包商對於本 DBB 專案 BIM 工作之瞭解，業主可以要求投標廠商於投標文件中提供設計團隊之「簽約前 BIM 執行計畫書(Pre-BEP)」，以說明其對 BIM 服務工作之執行構想。
- 六、設計團隊於簽約後應依據步驟 4 之招標文件並參考「TW-04 BIM 執行計畫(BEP)制定要項」，撰寫設計團隊之 BEP 提送業主核定。設計團隊之 BEP 應參考「TW-02 BIM 協同作業指南之 3.4」，建立「BIM 目的與責任矩陣」；並參考本指南「表 4.1 各專案 BIM 模型元件詳細程度暨建置者責任矩陣表」，詳細說明專案各階段 BIM 模型元件之資訊建置內容及詳細程度。
- 七、設計團隊之 BEP 經過業主核定後開始進行設計工作與各階段 BIM 建模工作，並執行各複委託專業之 BIM 協同作業整合工作。設計團隊依據前一步驟所擬定之 BEP，參考「TW-02 BIM 協同作業指南」、「TW-07 建築師 BIM 基本建模指南」、「TW-08 結構顧問(含技師) BIM 基本建模指南」、「TW-09 機電顧問(含技師) BIM 基本建模指南」及其他 BIM 指南文件進行各專業設計模型建

- 置，並依據契約內容進行各階段定案 BIM 模型之成果交付。
- 八、設計團隊協助業主完成發包文件之準備，為確保與 BIM 模型資訊的一致性，發包文件之 2D 圖面應遵守「TW-02BIM 協同作業指南：4.3.1 發佈 2D 圖面」之規定，由 BIM 模型直接產生，若不是由 BIM 模型輸出的 2D 圖面應特別註明標示。
  - 九、業主 BIM 規劃人員應協助工程採購人員研擬工程採購契約，並參考「TW-00-2 公共工程工程採購契約範本(BIM 條款)」及 BIM 特定條款內容研擬工程採購契約。步驟 2 所規劃之 BIM 應用目的以及 BIM 指南文件(含指南附件、TW-07 建築師 BIM 基本建模指南、TW-08 結構顧問(含技師)BIM 基本建模指南、TW-09 機電顧問(含技師) BIM 基本建模指南及 TW-10 承包商 BIM 基本建模指南)應列入招標公告之文件中。
  - 十、業主工程採購人員依據步驟 8 及步驟 9 所研擬之發包文件進行 BIM 專案之工程招標與決標。為確保承包商對於本 DBB 專案 BIM 工作之瞭解，業主可以要求投標廠商於投標文件中提供承包商之「簽約前 BIM 執行計畫書(Pre-BEP)」，以說明其對 BIM 服務工作之執行構想。
  - 十一、承包商於簽約後應依據步驟 9 之招標文件及步驟 10 之「簽約前 BIM 執行計畫書」，並參考「TW-04 BIM 執行計畫(BEP)制定要項」，撰寫承包商之 BEP 提送給業主核定。承包商之 BEP 應參考「TW-02 BIM 協同作業指南之 3.4」，建立「BIM 目的與責任矩陣」；並參考本指引「表 4.1 各專案 BIM 模型元件詳細程度暨建置者責任矩陣表(元件深化表)」，詳細說明專案各階段 BIM 模型元件之資訊建置內容及詳細程度。
  - 十二、承包商於業主核定其所提送之 BEP 後，即依據 BEP 之計畫內容與工程專案之執行進度，參考「TW-02BIM 協同作業指南」、「TW-10 承包商 BIM 基本建模指南」及其他 BIM 指南文件，進行模型建置與 BIM 施工協同作業整合工作，並依據契約內容進行各階段施工定案 BIM 模型之成果交付。承包廠商於施工過程中若有任何設計變更，應依據業主之變更命令，進行施工定案模型之修正。依據「TW-01 營建專案之 BIM 特定條款：1.12」之規定：未依據設計變更完成模型修正之 BIM 模型不得做為「階段定案模型」，亦不得做為契約估驗之依據。
  - 十三、設計團隊與承包商於工程完工後應協力完成竣工模型之修正，並由設計團隊將最終竣工模型提送給業主保存。

十四、若步驟 2 之 BIM 應用目的包含「設施管理」應用，則必須進行設施管理模型之深化。設施管理模型是在驗收 BIM 模型中加入所需之營運管理的資訊，以供設施營運管理資訊系統使用。所使用 BIM 模型建置軟體或平台必需是開放式的系統，亦即可通過 IFC 格式交換之資訊與檔案。

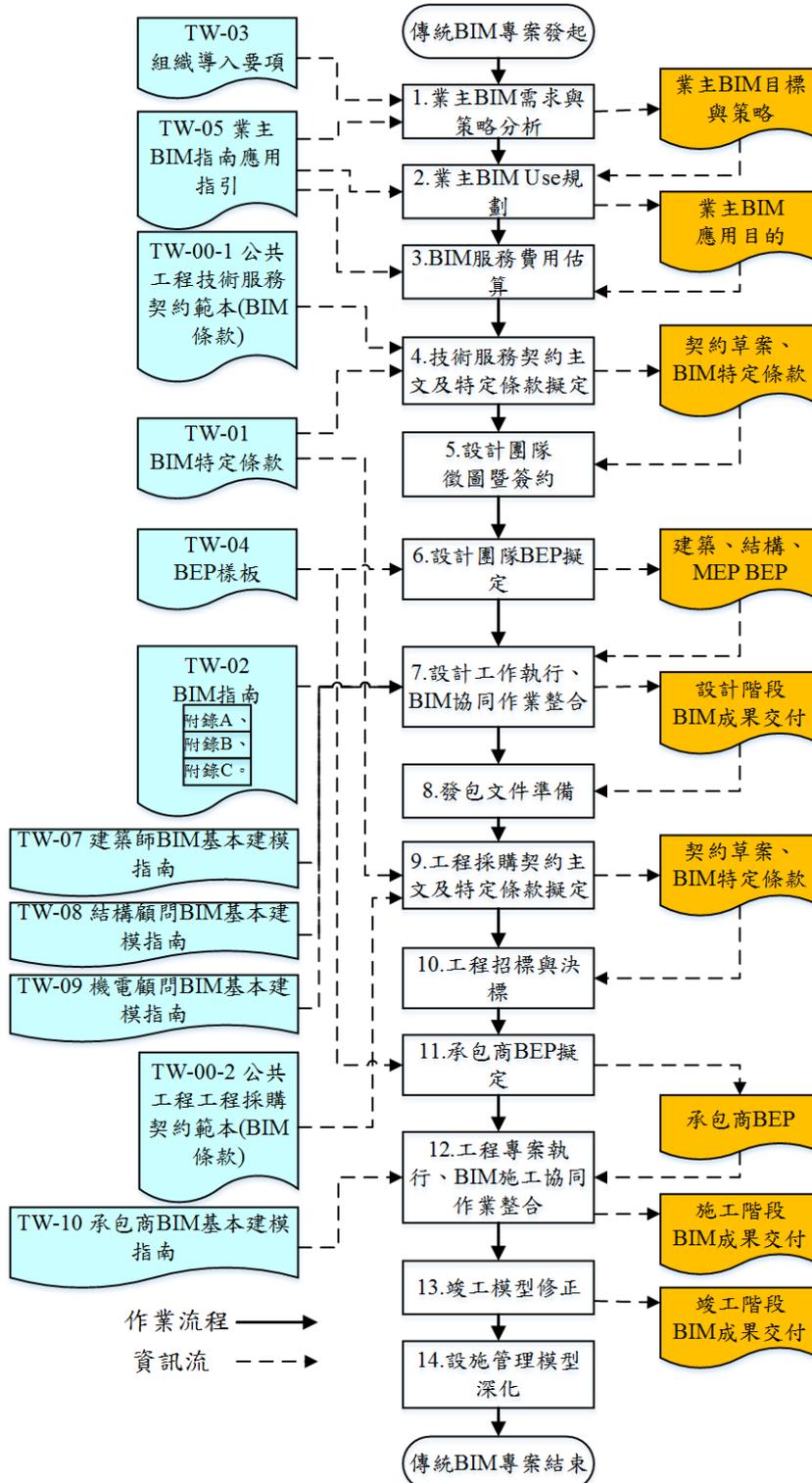


圖 2.16 傳統設計/發包/施工(DBB)專案 BIM 指南實施流程

(資料來源：[2])

## 第五節 我國 BIM 協同作業指南應用案例教材之編撰規劃

正如前述各節所述，BIM 協同作業指南在技術面及流程面上與國外先進國家同步，且已具備執行管理面及參照資訊面的相關文件及指引，可供國內營專案採行；為加深加速 BIM 技術在國內建築專案之應用，本研究擬編撰「我國 BIM 協同作業指南應用案例教材」，本節說明此系列教材之編撰規劃，主要以實務案例及 BIM 建模技術流程示範為核心，以引用 BIM 協同作業指南相關文件為重點。

本研究以「國立中央大學工程五館 B 棟大樓增建工程」做為應用範例教材之目標專案。該營建專案以傳統設計/發包/施工方式執行，在 2012 年 7 月核定「百分之三十規劃設計」，2013 年 12 月施工標決標，並於 2014 年 4 月開工，2015 年 10 月竣工。該專案興建地上 5 層地下 1 層，總樓地板面積約 8,500m<sup>2</sup> 之鋼筋混凝土造學校教室、實驗室、及研究室建築，總工程經費約新臺幣 2 億 6,000 萬元。依照該案核定之「百分之三十規劃設計」，該案之工程量體模擬透視圖如圖 2.17 所示。



圖 2.17 國立中央大學工程五館 B 棟大樓增建工程量體模擬透視圖

該專案在設計階段並未規定需採用 BIM 技術，而在施工契約中編列「BIM 建置費用」(約新臺幣 39 萬元)，依照內政部營建署北區工程處北工組中壢工務所提出之「施工階段辦理 BIM 效益簡報」所述，效益分析如下：

本工程於施工階段導入 BIM，施工廠商建置人員除需有電腦軟體能力外，尚需有豐富的工程實務經驗配合，本工程施工廠商雖有工程實務經驗，但並未具備 BIM 能力，係委外建置，而受委託建置單位雖具備 BIM 能力，但欠缺工程實務經驗，以致模型與現況有所差異，且交付之碰撞報告及圖說疑義並不完整，仍需用由施工廠商依傳統方式採人工套繪檢討圖說，再提出圖說疑義由設計建築師澄清，施工廠商再依設計建築師回覆請受委託建置單位辦理修正模型，不易展現 BIM 之實際效益。

本研究經由與國立中央大學總務處之充份溝通，取得該專案設計、發包、及施工各階段的資料，且又居地利之便得以隨時參照建成的建物資訊。故規劃以事後回溯當時情境搭配模擬專案 BIM 目標及應用的方式，示範如何在契約中導入 BIM 條款，如何依照指引所述的方法由團隊合意擬訂 BEP，如何依照 BEP 執行並交付成果，最後達成提昇專案執行效率的方法；這些模擬的 BIM 應用說明展示，在經過專家諮詢輔助研究團隊判斷為國內務實可行後，即編入 BIM 協同作業指南應用案例教材，如圖 2.18 所示。

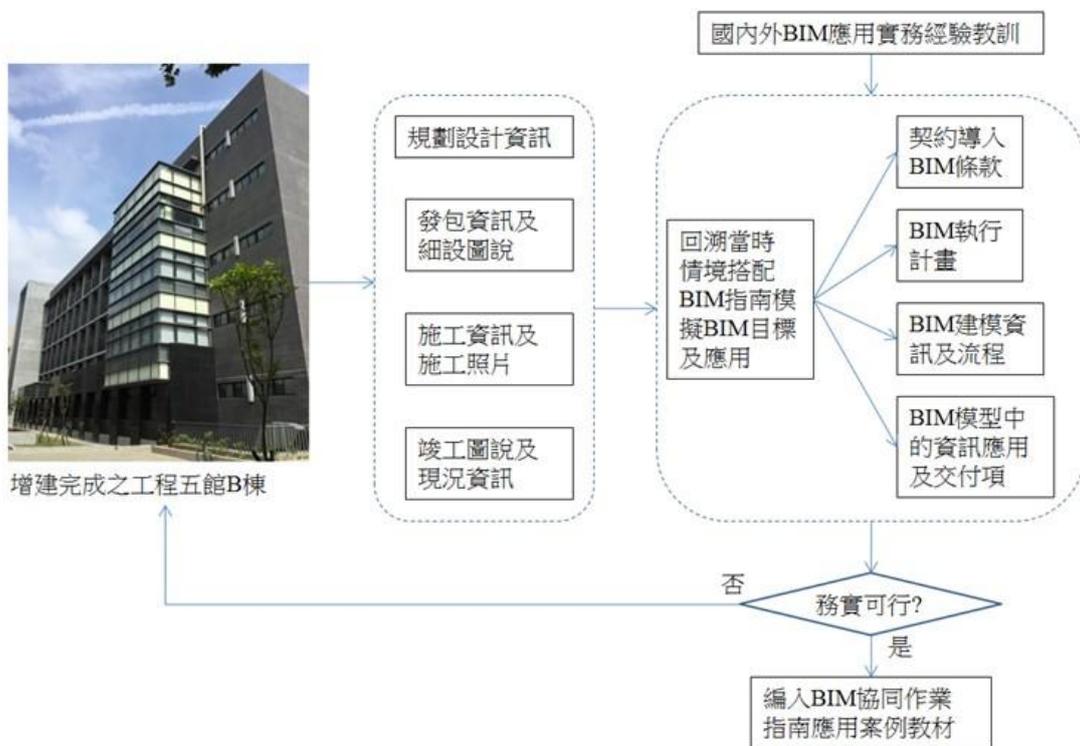


圖 2.18 以真實專案回溯模擬 BIM 應用情境已編定案例教材之概念圖

依照該專案洽請內政部營建署專業代辦工程採購協議書，代辦範圍非全程，技術服務廠商由業主自行評選並在完成工程招標文件審定後，由營建署代辦有關本工程招標文件公開閱覽、底價訂定、工程發包、施工督導與履約管理及驗收等採購事項，原實施流程如圖 2.19 所示；本研究假設該專案業主已具 BIM 規劃人員，也就是業主的 BIM 代表或是 BIM 流程經理，故在承辦本案時雖使用設計/發包/施工之傳統採購方式進行，但已要求設計及施工之承攬團隊必需採用 BIM 技術流程，以期能提昇專案的執行績效。

故本研究依照 BIM 指南所述方法事後回溯模擬本案例，若以傳統設計/發包/施工方式進行採購之實施流程，如圖 2.20 所示，圖中依 BIM 指南增列的 BIM 相關工作以虛線框表示。

要模擬將原專案之流程改為統包流程，本研究假設將洽請內政部營建署專業代辦範圍改為全程，亦即由 PCM 擬定 BEP 並負責規劃構想及統包發包工作，以設計連帶施工方式(統包)進行採購之實施流程則如圖 2.21 所示，此兩模擬流程已由總務處營繕組之該專案原承辦人檢視，並確認符合工程行政之程序。

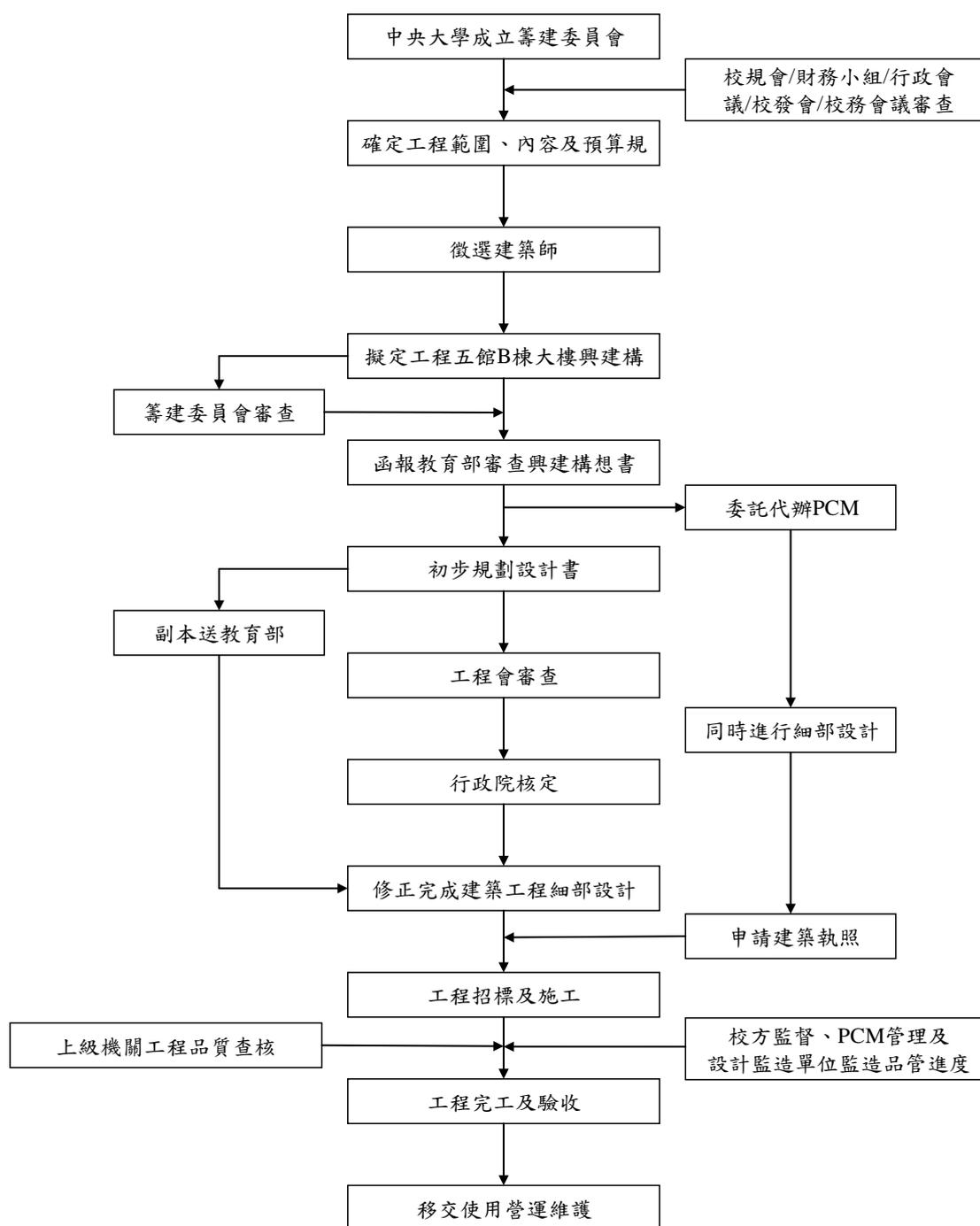


圖 2.19 原構想書之工程五館 B 棟增建工程之實施流程

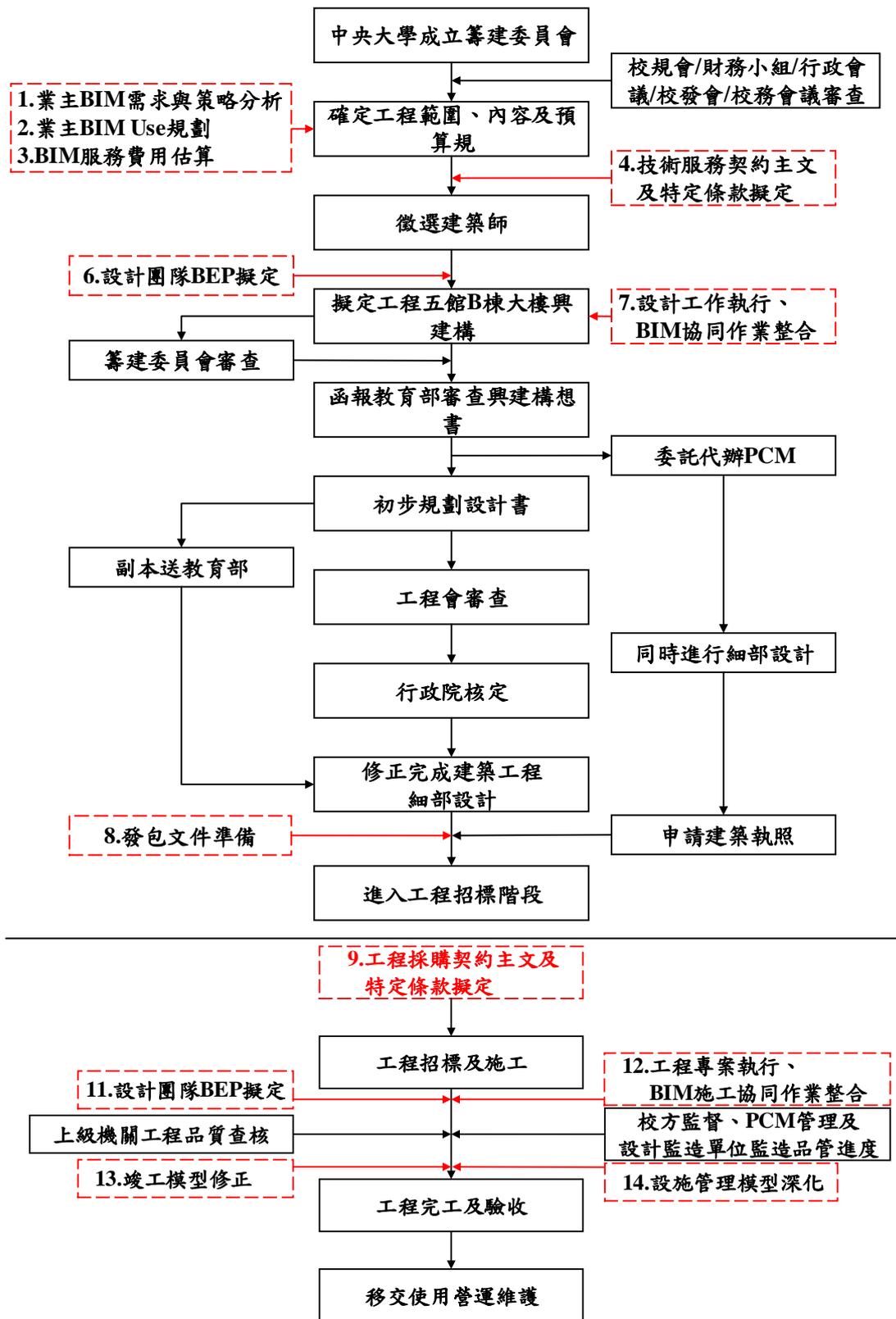


圖 2.20 本研究依照 BIM 指南回溯模擬工程五館 B 棟增建工程之傳統採購實施流程

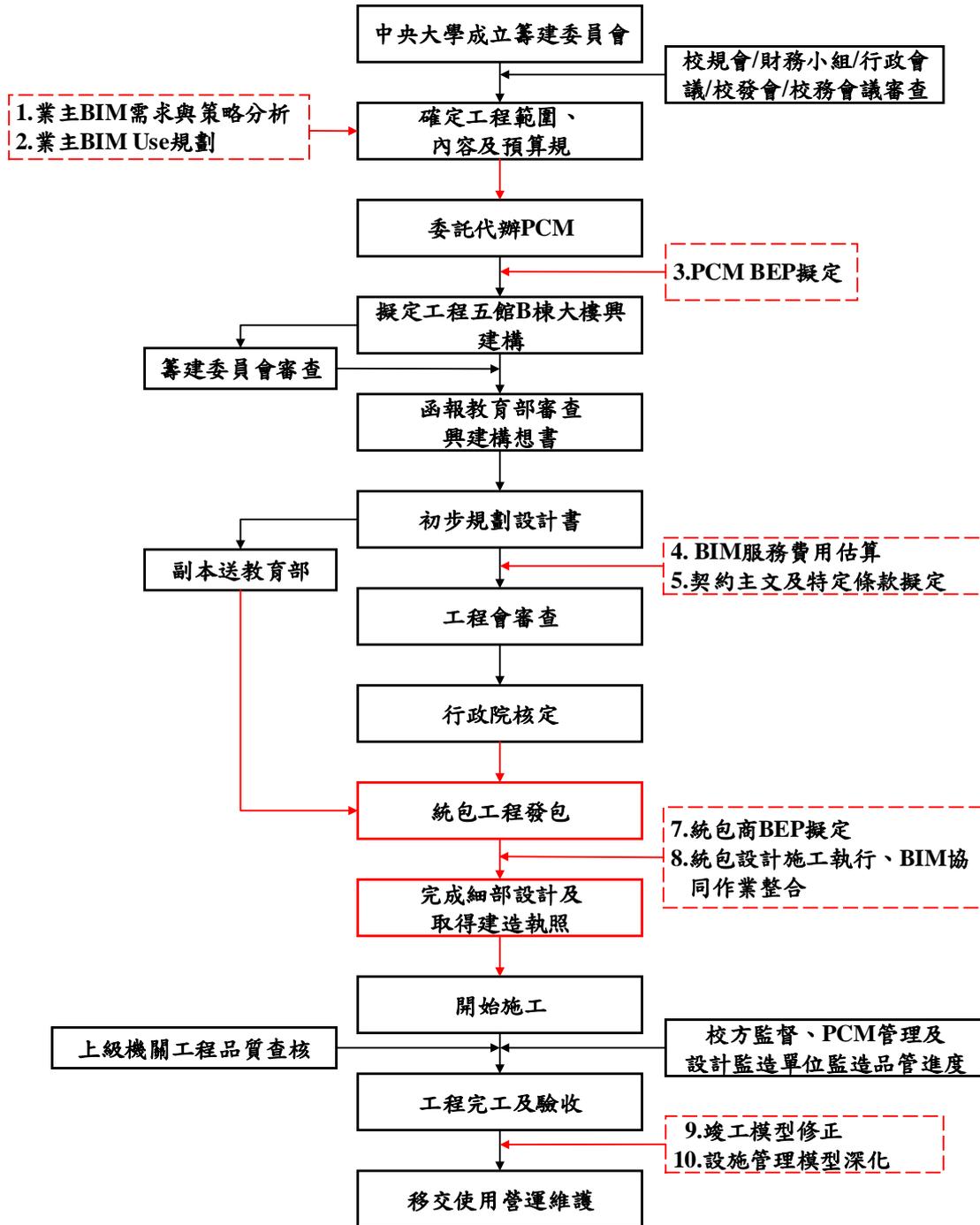


圖 2.21 本研究依照 BIM 指南回溯模擬工程五館 B 棟增建工程之統包採購實施流程



## 第三章 設計連帶施工(統包)專案之應用案例

本章說明建築工程採統包採購時應用BIM協同作業指南相關文件之方式，並且示範以合意擬定的BEP來確保資訊建置流程、品質、和資訊應用方式，並逐一說明BIM工作的各項交付成果。

### 第一節 業主導入BIM案例

新工具的使用往往需要改變流程來搭配，作業流程的改變則常創造新的商業模式，也就是「工具的演變引發產業的革命(Evolution in Tools, Revolution in Business!)」；BIM是營建產業的數位化工具，國外的研究報告甚至[23]，而鼓勵營建公司能有改變定見及準備好變革管理的因應策略。如何能使公司順利採用BIM，或是說如何在公司(私部門組織或公部門機關)導入BIM，則是確保BIM能在專案發揮效益的基礎工作；因為營建專案的執行牽涉許多不同的公司，所以，愈多營建相關公司導入BIM，則將使BIM的環境愈成熟，以BIM執行專案的效益愈高；專案團隊中若有成員的公司沒有導入BIM，則將會減低部份BIM應用效益。

本研究依照BIM協同作業指南之應用說明，模擬國立中央大學決定導入BIM之後，參考「TW-03組織導入BIM執行要項」，組成BIM委員會，擬定「國立中央大學BIM導入計畫」，如附錄七，指定總務處組成BIM推動小組，並進行必要之人員訓練及BIM專業知識養成，模擬的組織導入BIM工作，依序說明如下：

#### 一、獲得領導階層支持：

以頂尖大學之「資產管理效率和智能校園服務」為願景，獲得校長及校園規劃委員會的支持，由校園規劃委員會的二位資深委員、總務長、及三位總務處的組長，組成「BIM委員會」，由總務長任召集人，如表3.1所示。

表 3.1 國立中央大學總務處 BIM 委員會成員的角色與責任

姓名及職稱	角色與責任
總務長	(1)主任委員，主持 BIM 委員會，主導 BIM 導入 (2)管理導入計畫 (3)提供導入 BIM 所需的資源
資深校園規劃委員	(1)在組織主要商業流程中確認 BIM 的機會 (2)評估導入成果 (3)將 BIM 納入公司的主要商業流程中
營繕組組長	(1)擬訂並且更新公司的 BIM 標準 (2)確認採用適切的 BIM 技術/軟體 (3)制定 BIM 訓練計畫 (4)辦理 BIM 實務經驗分享工作坊 (5)新技術及流程作法的試作及評估
營繕組技正	(1)提出且執行 BIM 導入示範專案 (2)提供試辦 BIM 專案團隊所需的輔導 (3)強化成功經驗以製做示範案例
採購組組長	(1)組織內主要的 BIM 人力資源
事務組組長	(2)在專案中應用 BIM 進行工程管理 (3)提出工地對 BIM 的需求及應用經驗回饋
保管組組長	(1)組織內主要的 BIM 人力資源
文書組組長	(2)在專案中應用 BIM 進行工程管理 (3)提出工地對 BIM 的需求及應用經驗回饋
BIM 小組成員	協助 BIM 委員會之庶務相關工作

二、規劃：

由「BIM 委員會」擬定之「國立中央大學 BIM 導入計畫」如附錄七所示；  
 明定「以 BIM 提昇資產管理效率和智能校園服務」為願景，初期目標要在  
 所有校內興建專案中採用基本 BIM 應用，中期目標則為新完工的資產導入  
 BIM 的資產管理，長期目標則為 BIM 化的智能校園資產服務。導入之概  
 念如圖 3.1 所示。

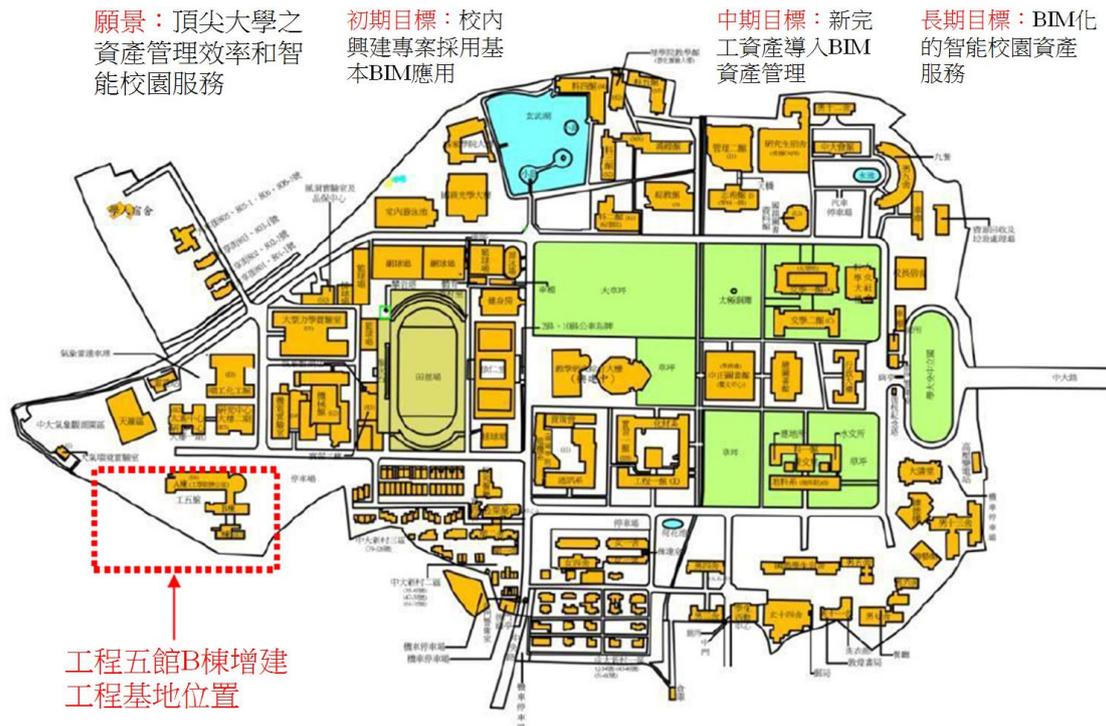


圖 3.1 國立中央大學總務處導入 BIM 之概念示意圖

### 三、資訊：

(一)定義 BIM 標準，(二)明確定義 BIM 品保查核，(三)明確定義 BIM 資訊管理。前兩項資訊標準預計將由專案管理顧問協助擬定(附錄八 PCM\_BEP 之 J6)，並且在工程五館 B 棟增建工程的 BIM 應用中加以驗證精進；第三項資訊管理與本校既有的系統要能連結協作，經本校 BIM 委員會與相關系統供應商研討後，現階段暫以標準化的 BIM 專案資料夾層級架構為基準，如圖 3.2 所示，以利於以檔案進行有效管理，日後再依據本校即將整合完成的資產管理系統需求修訂。

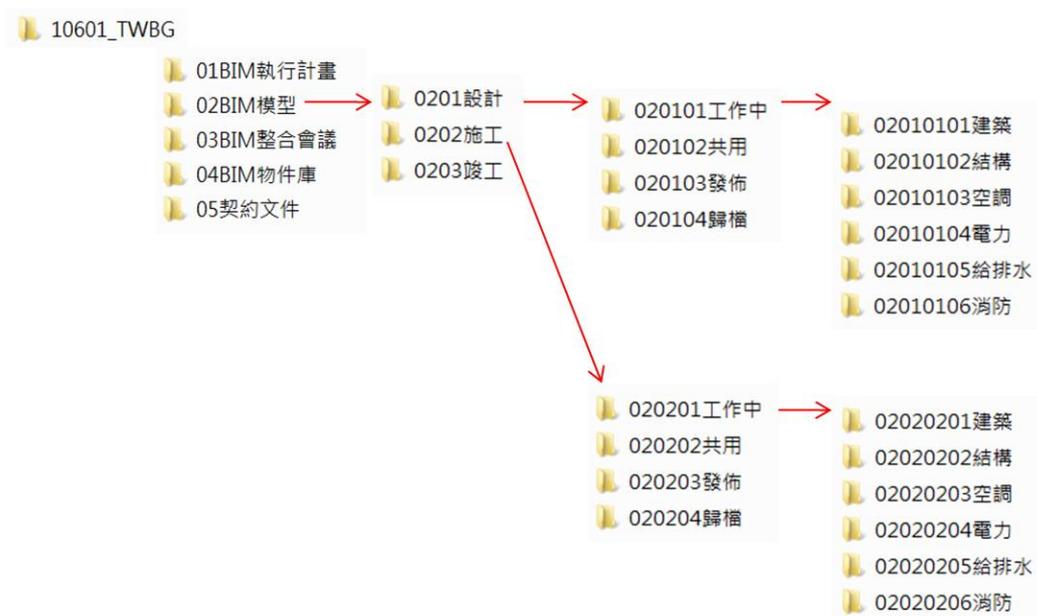


圖 3.2 10601 案 BIM 專案資料夾層級

四、流程：

(一)明確擬訂興建專案的 BIM 流程，(二)研擬現有資產的 BIM 化流程，(三)研擬智能校園的資訊管理流程。興建專案之各階段的 BIM 模型資訊與流程如圖 3.3 所示。後兩項標準流程預計將由資產管理系統專案協助擬定，並且在工程五館 B 棟增建工程的 BIM 應用中的集成模型匯編中試行。

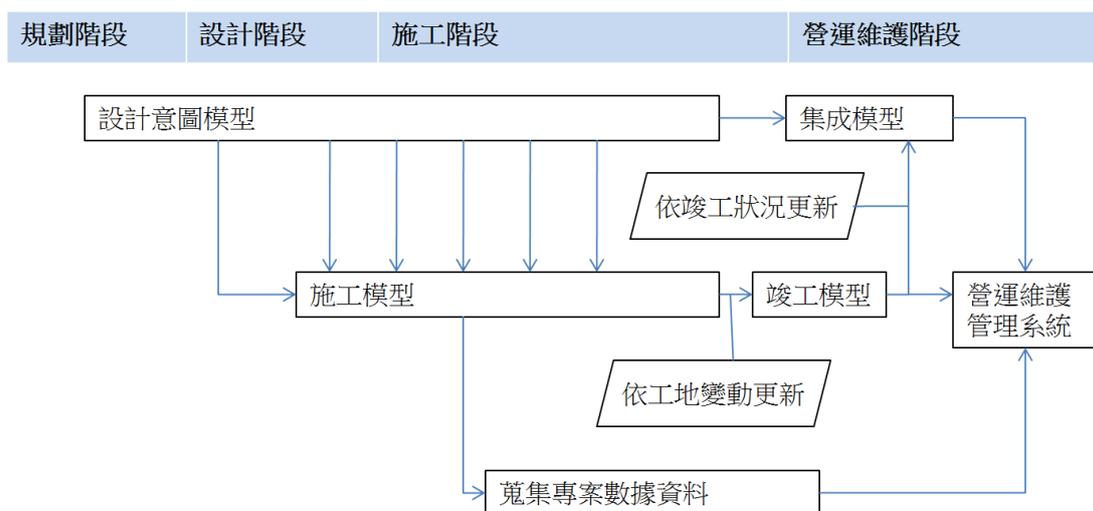


圖 3.3 國立中央大學興建專案生命週期的模型資訊需求與流程

## 五、人員及能力：

總務處人員的 BIM 能力以「BIM 流程經理」為主，部份人員接受資產管理資訊軟體訓練。訓練計畫如表 3.2 所示。

表 3.2 國立中央大學總務處 BIM 訓練計畫表

訓練方案	受訓人員	受訓人數	時間	訓練提供單位
BIM 概念	資深管理人員	5	2016 年 11 月	內訓
BIM 管理	專案承辦人員	4	2016 年 11 月	內訓
資產管理系統	專案承辦人員	10	2017 年 3 月	內訓

## 六、客戶參與：

向本校的承攬廠商說明本校的 BIM 願景，BIM 標準及 BEP 的需求及審核方式。

## 七、成果展現：

依照欲達成的 BIM 目標，擬定明確的關鍵績效指標(KPI)，包括採用 BIM 的興建專案數，具有 BIM 化資產管理資訊的校舍數，具 BIM 流程經理能力的人員數，及資產管理系統建置百分比等。

## 八、啟動資產管理系統精進專案：

本校既有之資訊管理系統將全面檢討，以期能符合智能校園資產服務之目標，初期將以繼承工程五館增建工程之 BIM 資訊為目的，中期將逐步將已建成之校園資產連上 3D BIM 模型，長期則為 BIM 化的智能校園資產服務。

## 第二節 DB 專案之 PCM 執行 BIM 方式說明

依圖 2.21 之流程，業主依照工程五館 B 棟之增建需求及導入 BIM 計畫，先委託專案管理顧問擬定 PCM 的 BIM 執行計畫並且應用在基本設計，再依照計畫進行設計提出包括發包文件在內的交付成果，再協助業主進行統包案之發包作業，得標的統包商依照規定擬定統包商的 BEP 並且依該計畫執行，引用的文件及執行方式說明如下。

## 一、PCM BIM 執行計畫之擬定方式說明

本研究假設「工程五館 B 棟增建工程」為國立中央大學導入 BIM 後的第一個校舍興建工程，依圖 2.21 之流程校方為本案徵選專案管理顧問(PCM)為本案辦理規劃設計(基本設計)、採購、及監造相關事宜，整理本興建專案發給 PCM 的專案需求如下：(前 7 項需求為原構想書所列，建議依工程實務檢核結構計畫及機電計畫是否應開放些)：

- (一)基地位址：本工程擬興建於現在工程五館 B 棟西側空地位置，基地面積約 2,500 平方公尺(約 756 坪)；工程規模初估可新建一棟地下一層地上五層，總樓地板面積約 8,265 平方公尺(2,500 坪)之教學研究空間。
- (二)空間需求：供工學院及資電學院教學研究所需空間，地下室為機房、1F 材料所、2F 及 3F 資工系、4F 電機系、5F 生醫所，及公設空間合計約 8,265 平方公尺，詳如本案構想書表八-1 所示。
- (三)本案設計應考量建物高度應不影響鄰近太遙衛星操作角度，且符合本校建物絕對高度不應大於 20 公尺或 5 層樓，採南北向一型配置，與現有工五館圍塑成中庭空間，且避免西曬，與現有工五館四系空間串接，配合工五館現有外觀材料以面磚為主，並搭配抵石子及金屬板、隔柵塑造簡單素雅之建築立面，詳如構想書中的設計構想所述。
- (四)結構計畫：本案建議上部結構採用 RC 構造特殊韌性抗彎矩構架系統以符合結構側向及軸向勁度之要求，下部結構則採用 RC 構造抗彎矩構架系統，詳如構想書 8.5 節。
- (五)機電計畫：包括排水計畫、電力系統、弱電系統、資訊系統、中央監視系統、給水系統、消防系統、及空調系統，詳如構想書 8.6 節。
- (六)綠建築規劃方向：本案綠建築申請標章以「基地保水指標」、「日常節能指標」、「水資源指標」、「綠化量指標」作為申請項目。
- (七)無障礙設施標準：D-4 類無障礙設施標準，本校要求增設一部昇降設備，詳如構想書 8.9 節所述；
- (八)應用 BIM 做設計整合，提昇施工效率，並將建成資產資訊轉交資產管理應用：本案之設計成果需經本校籌建委員會審查、再報教育部、工程會、至行政院核定，為提昇效率要求採用 BIM 工具，詳如本案之 BIM 工作需求及 BIM 特定條款之規定。

受委託之 PCM 依照「國立中央大學 BIM 導入計畫」並且參照 BIM 協同作業指南之文件「TW05\_BIM 業主執行要項」，本案在校園規劃委員會提案工作範圍時，即以統包為採購策略，並且在專案需求中，加列 BIM 需求為「應用 BIM 做設計整合、提昇施工效率，並將建成資產資訊轉交資產管理應用」，這項 BIM 需求，由 PCM 協助業主進行 BIM 需求與策略分析，規劃所需的 BIM 應用工作如下：

(一)設計連帶施工(統包)契約：(5 項必要、7 項選擇性)

- 1.E1 基地現況建模
- 2.E2 設計表達
- 3.E3 設計成果審核
- 4.E4 3D 整合協作
- 5.E5 集成模型匯編

(二)選擇性加值 BIM 應用

- 1.A1 成本估算(輔助輸出主結構體的大宗材料需求數量)
- 2.A2 歷時規劃(說明工期及施工期間對校園活動動線之影響)
- 3.A3 基地分析(對太遙中心之影響，中庭環境模擬)
- 4.A4 工地空間規劃
- 5.A5 數位製造
- 6.A6 3D 控制與規劃
- 7.O1 設施管理

PCM 參照「TW-04 BIM 執行計畫(BEP)制定要項」及「TW-06 專案管理暨監造顧問 BIM 指南執行要項」兩項文件，由該案 BIM 經理(業主 BIM 代表)召集 BIM 工作小組成員如表 3.3 所示合意擬定該案的「專案管理顧問 BIM 執行計畫」如附錄八所示。

表 3.3 10601\_PCM\_BEP\_BIM 工作小組成員

姓名	代號	BIM 角色	任務說明	備註
OOO	20	業主 BIM 代表/BIM 經理	綜合管理 BIM 相關工作	專案經理
OOO	22	BIM 協調員	與規劃設計相關 BIM 工作	規劃師

姓名	代號	BIM 角色	任務說明	備註
OOO	24	BIM 協調員	與施工相關 BIM 工作	監造師
OOO	10	列席	代表業主參與 BIM 相關工作	視需求代表業主列席

註：為求專案資訊之「可繼承性」專案小組人員代號建議應顧及在整個專案生命週期有效。

依據「TW-06 專案管理暨監造顧問 BIM 指南執行要項」文件的第五節「五、統包 BIM 專案 PCM BIM 服務模式各階段執行要項」所述內容，本研究模擬研訂在 PCM BEP 中的 BIM 應用工作交付項與負責成員矩陣表，如表 3.4 所示。

表 3.4 10601\_PCM\_BIM 應用工作交付與負責成員矩陣表

時程	交付項名	對應之 BIM 應用工作	負責之團隊成員				
			20	22	24	10	編號
規劃階段	執行計畫(BEP)	成果報告	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	J1
	規劃設計構想 BIM 建模成果	E1,E2,E3,E4	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>			J2
	設計及施工 BIM 準則	成果報告	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		J3
	建築、結構、水電管線套繪圖說檢核表	成果報告	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		J4
	規劃設計構想 BIM 成果報告	成果報告	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	J5
	擬定國立中央大學總務處 BIM 標準	成果報告	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	J6
採購發包	估算 BIM 專案執行經費需求	成果報告	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	J7
	規劃 BIM 服務專案之契約模式	成果報告	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>			J8
	規劃統包專案 BIM 契約條文	成果報告	<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>		J9
	執行 BIM 專案服務採購	成果報告	<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>	J10
	審核統包商提送之 BEP	成果報告	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	J11

時程	交付項名	對應之 BIM 應用工作	負責之團隊成員				
			20	22	24	10	編號
統包 設計 階段	參與各設計界面協調整合會議	成果報告	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>			J12
	審查統包商所提送之細部設計定案 BIM 模型	成果報告	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>			J13
	審查統包商提送之細部設計 BIM 檢核成果報告書	成果報告	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	J14
統包 施工 階段	施工前 BIM 模型檢討	成果報告	<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>		J15
	參與施工界面協調整合會議	成果報告	<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>		J16
	審查各里程之 BIM 檢核成果報告書	成果報告	<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	J17
竣工 階段	審查統包商提送之竣工模型	成果報告	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>			J18
	編制 BIM 設計管理準則	成果報告	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>			J19
	編制 BIM 施工管理準則	成果報告	<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>		J20
	編制 BIM 使用維護計畫報告書	成果報告	<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>	J21
維護 管理 階段	集成模型匯編	E5,O1	<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>	J22

在 PCM 的建模細則部份，則本案 PCM 應執行完成基本設計，故參照 TW-02 台灣 BIM 協同作業指南之附錄 D(BIM 建模導則)之基本設計階段的模型元件需求及建置方法規定，各 BIM 模型需求元件及建模細則節錄如表 3.5 所示。

表 3.5 10601\_PCM\_BEP 案 BIM 元件需求表

BIM 模型別	應建元件及建模細則說明	
	元件	建模細則說明
建築模型 通則：若無正確尺寸，則以標稱或預估尺寸建模；門不必考慮框及細件，牆不需含裝修層  註：若設計者有樣板及圖庫方便應用，亦可以實際尺寸建置。	牆	所有牆(磚牆、乾式牆、玻璃牆、混凝土牆、木牆等)的高度範圍，皆由樓層完成面(FFL)開始，接至上層版/梁之底面。若建模工具不允許在同一道牆中建置不同高度，則不同高度的牆應分別以不同道牆建立。 以「類型」參數區別內牆及外牆。
	門/窗	以正確的門窗類型及參數建置
	柱	柱應依基本設計結構工程師指定的需求位置，於兩層結構樓層線(SFL)間建置。柱應依外尺寸建置，也就是將完成(裝修)面的厚度納入柱的尺寸。用物件建立特別形狀及斷面的柱。
	以下略	以下略
基地模型	地形(現況)	依核定的地形測量數據建立基地的位置及等高線。若現有建築物不在 BIM 建模工作範圍內，則可以用 2D 補充。
	地形(提案)	展示提案地形的挖填方部分。
	量體	以量體元件建置建物的形狀、位址及方案配置。每一量體元件有明確的命名，如 BLK 1(區塊 1),PODIUM(平台)等。樹、邊界及道路等景觀元件可用二維表達。
機電模型之 空調排風	VRV 室外主機 製冷幹管	以約略尺寸建置。 只顯示主要路徑且以「管定位」建置。 不需建置繫件及吊件。 不需建置管配件、管附件。
以下略	以下略	以下略

## 二、PCM 之 BIM 交付成果說明

依照前節擬訂之 PCM BEP，在整個專案生命週期中，PCM 的 BIM 相關交付項目共有 22 項，但只有編號 J2「規劃設計構想 BIM 建模成果」和 J22「集成模型彙編」是模型交付項，其餘皆為應用成果交付項，且 J12(含)以後的成果交付項是在統包案發包完成且開始執行之後，才陸續依專案進度繳交的成果報告項目。本教材將本案 PCM 在規劃設計階段所需建置的 BIM 模型、建模者、及用模者，亦在 BEP 中列出如表 3.6 所示。由表 3.6 可知需建置製的 BIM 模型共有 8 項，其中編號 M1 至 M8 是在基本設計階段建置，MX 則是在竣工後，由 PCM 執行集成模型彙編工作，整合設計模型、竣工模型、及設備相關資訊，依照業主管運維管理系統之資訊需求，經輕量化而成的集成模型。PCM 依照 TW-02 BIM 協同作業指南擬定以檔案為主的資訊交換方式及人員責任歸屬示意圖如圖 3.4 所示。

表 3.6 10601\_PCM\_BEP 應建 BIM 模型、建模者與用模者矩陣表

階段	模型名	直接對應之 BIM 應用工作	建模者	用模者	編號
設計階段 (J2)	基地模型(原)	E1	22	10、20、 24	M1
	基地模型(含設計提案)	E1、E2、E3	20	10、22、 24	M2
	建構模型	E2、E3	22	10、20、 24	M3
	裝修模型	E2、E3	22	10、20、 24	M4
	機電模型(電力)	E2、E3	24	10、20、 22	M5
	機電模型(空調)	E2、E3	24	10、20、 22	M6
	機電模型(給排水)	E2、E3	22	10、20、 24	M7
	整合模型	E1、E2、E3、E4	20	10、22、 24	M8
竣工 (J22)	集成模型	E5, O1	24	10、20	MX

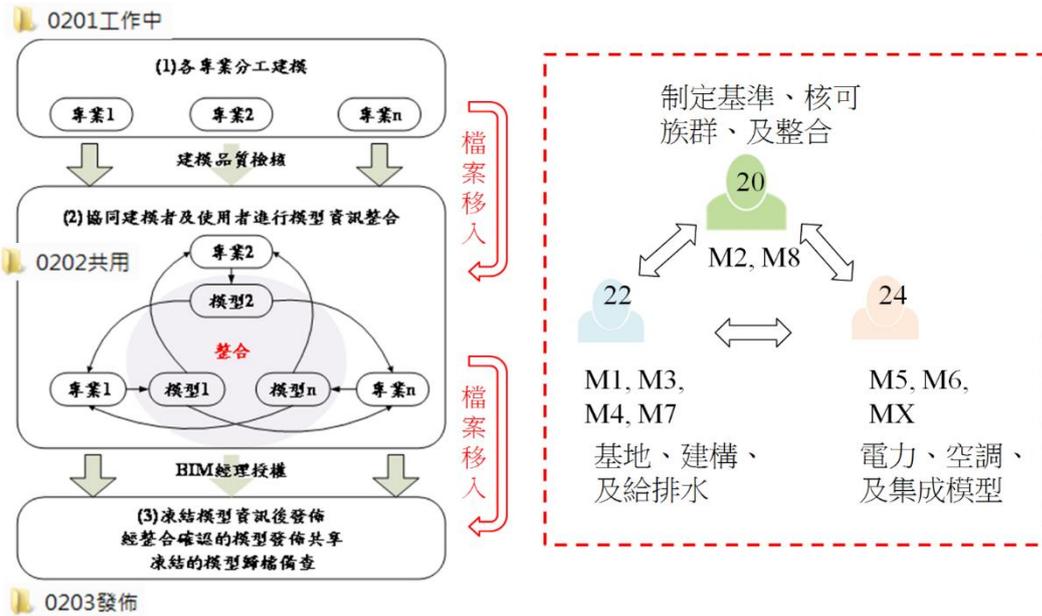


圖 3.4 依 TW-02 BIM 協同作業指南擬定以檔案為主的資訊交換方式

圖 3.5 和圖 3.6 分別為 PCM 交付的原基地現況模型(編號 M1)及含提案的基地模型(編號 M2)，該模型依據 BEP 中的應建元件和建模細則建置，以量體元件建置主要形狀、位址及方案配置。圖 3.7 則為 PCM 建置的建構模型，乃依 PCM 的結構提案建置，上部結構採用 RC 構造特殊韌性抗彎矩構架系統以符合結構側向及軸向勁度之要求，下部結構則採用 RC 構造抗彎矩構架系統，地下室部份採用筏式基礎，其餘則由獨立基礎及聯合基礎組成。圖 3.8 則為展示外牆各立面設計意象之裝修模型，配合工五館現有外觀材料以面磚為主，並搭配抵石子及金屬板、隔柵塑造簡單素雅之建築立面來符合業主的建物外觀需求。

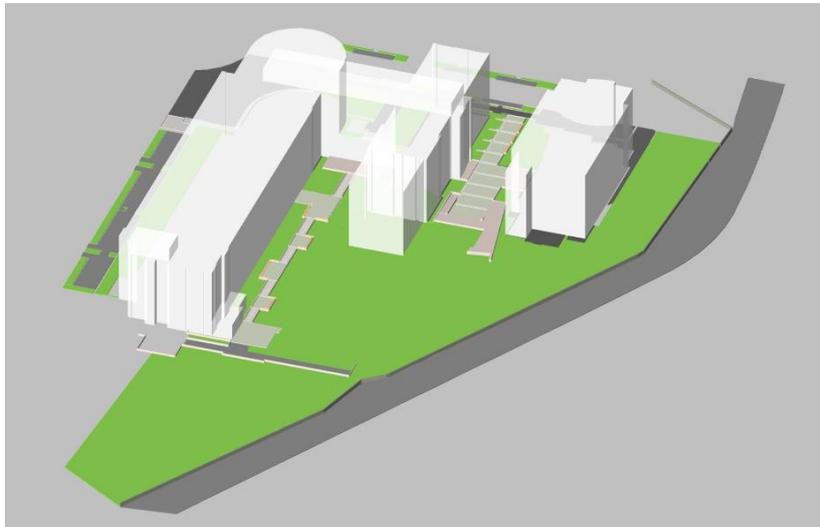


圖 3.5 PCM 交付的基地現況模型(M1)例

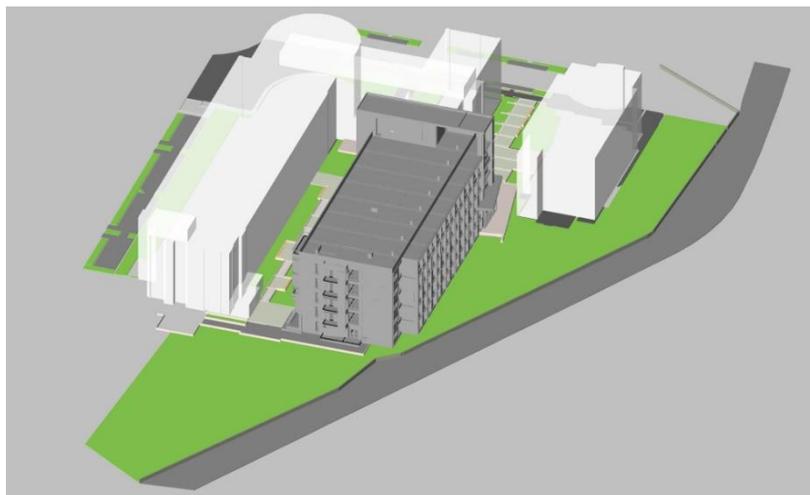


圖 3.6 PCM 交付的基地現況模型(M2)例

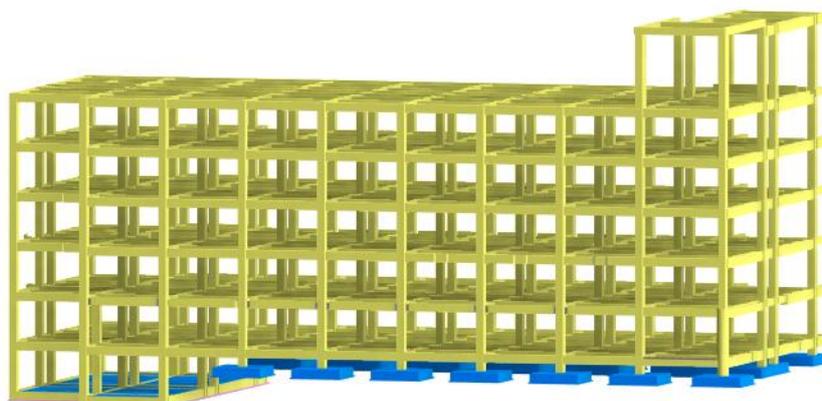


圖 3.7 PCM 交付的建構模型(M3)例



圖 3.8 PCM 交付的裝修模型(M4)例

圖 3.9、圖 3.10 和圖 3.11 分別為 PCM 交付的電力系統、空調系統、及給排水系統的機電模型，該類基本設計模型類比於二維機電圖中的系統昇位圖，以主要設備及系統幹管用三維直觀的方式展現機電系統的基本設計概況。模型的 3D 協作整合，在基本設計階段著重在大空間量體設備之間的衝突，可直接在建模軟體上整合表達如圖 3.12 所示，亦可在整合平台上執行，例如以 Navisworks 整合的部份視圖如圖 3.13 所示。

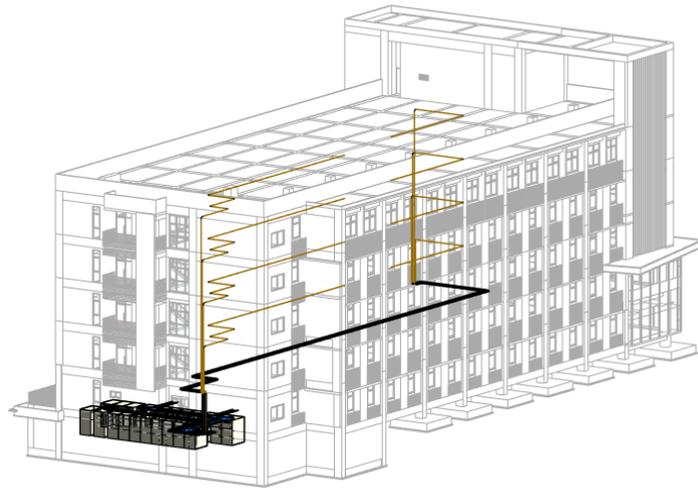


圖 3.9 PCM 交付的電力模型(M5)例



圖 3.10 PCM 交付的空調模型(M6)例

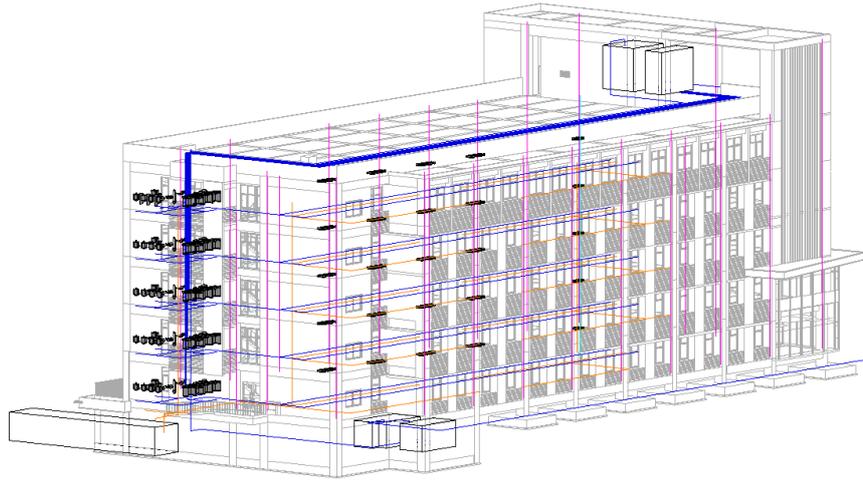


圖 3.11 PCM 交付的給排水模型(M7)例

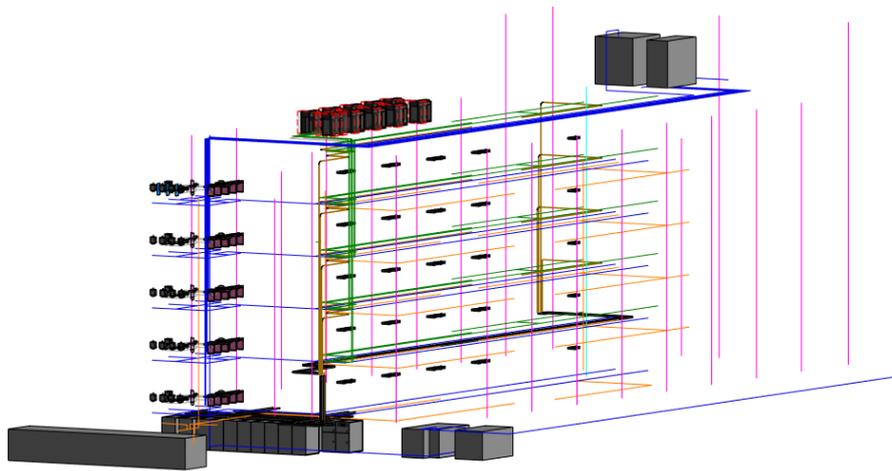


圖 3.12 PCM 交付的機電整合模型(M87)例

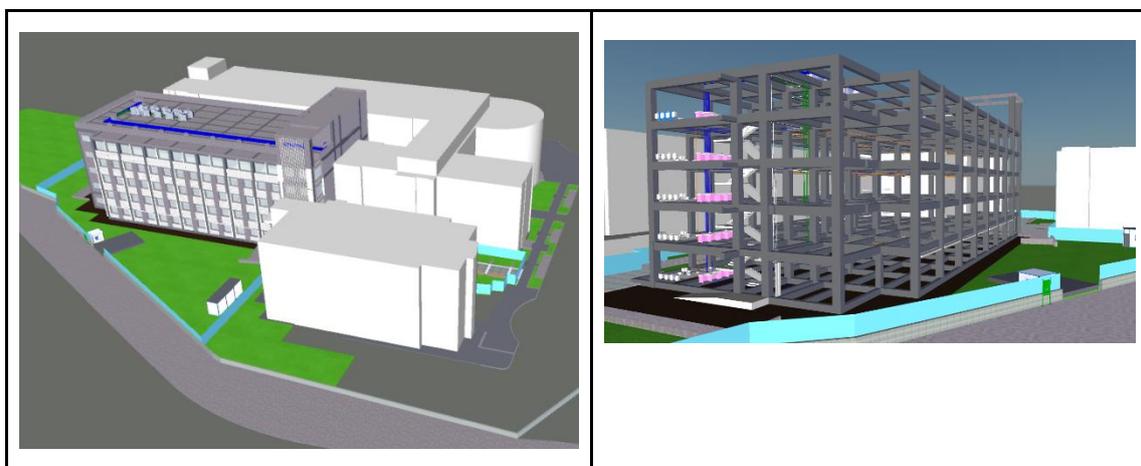


圖 3.13 PCM 以 Navisworks 交付的整合模型(M8)例

圖 3.13 是在整合平台上的模型，具有搜尋、審閱、模擬穿越、彩現及 3D 或 4D 動畫製作輸出等功能，BIM 經理可依照需求製作，亦可將此模型存成免費軟體可讀的格式，發佈供其它與專案相關的利害人應用；BIM 經理在整合修改時務必要交由原建模者進行，以確保建模者的模型主控權及建模品質責任，大部份整合平台皆具有方便此型式操作的功能，概念如圖 3.14 所示。總結 PCM 在基本設計完成時，BIM 資料夾內的檔案及說明如圖 3.15 所示。各專業模型的修改更新應由原建模者執行，由第一階段「工作中」轉成第二階段「共用」整合時，各分工建模者將所負責檔案轉入「共用」資料夾後，BIM 經理最好將「工作中」資料夾封存非經特別授權不再能存取，以避免在整合階段誤用第一階段的模型檔；發佈資料夾的中的檔案一般即為業主要求的檔案及格式，此資料夾由業主管制存取權限，業主應以此資料夾的模型檔轉交得標統包商，由於此資料夾中各專業模型檔是 IFC 格式，整合檔則是免費瀏覽軟體可讀的檔案，將有助於將規劃構想及基本設計意圖以 BIM 技術完整向細部設計方及施工方傳遞。

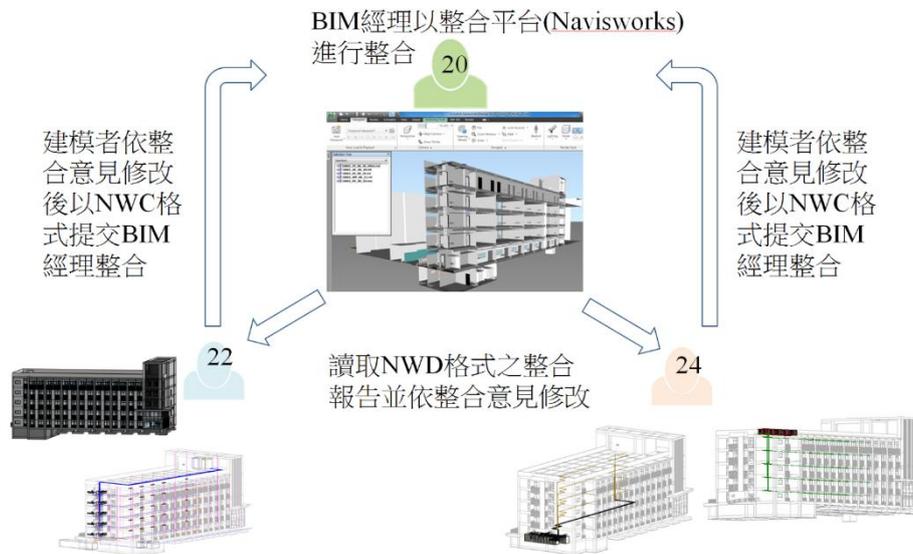


圖 3.14 PCM 擬定的協同作業合平台概念圖

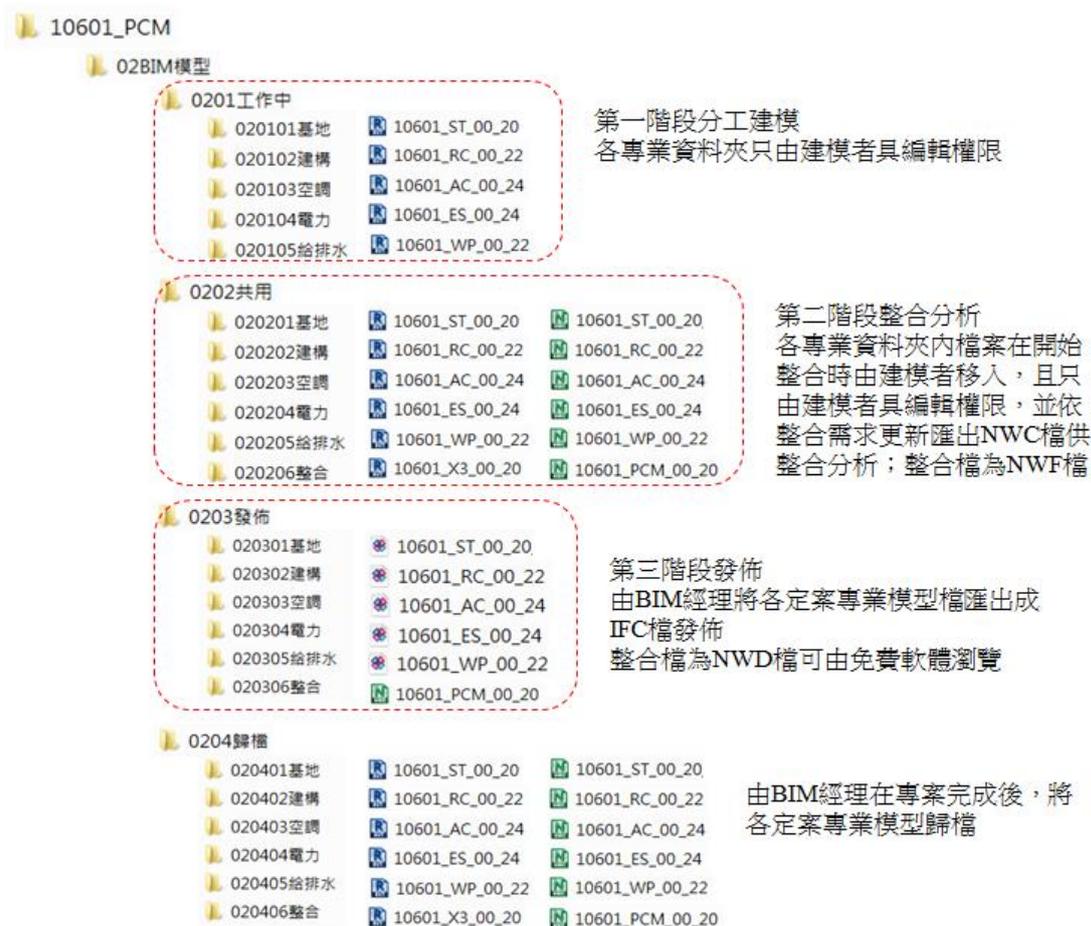


圖 3.15 PCM 交付的 BIM 模型資料夾及其中的檔案例

### 三、PCM 擬定之 DB 專案採用 BIM 之契約文件

依照 BIM 協同作業指南第 3.5 節「預期的經費調整」，認為「應用 BIM 的效益，主要源自於所建置之 BIM 模型擁有相較傳統 2D 圖說資訊更豐富的資訊，以提供專案後續之應用；因此，常必需增加專案規劃及設計階段之工作量。這些與傳統專案相較增加的工作量，始於設計方在設計階段用 BIM 模型做更好且更詳盡的設計；也包括施工方在施工準備階段，依據 2D 圖面或是設計方提供之 BIM 模型，投入資源建置施工模型，以達成更有效率的施工進度。營建專案的各方成員應該認知此一專案初期因為建置模型而必須投入較多的工作量。至於如何補償設計方或施工方因為使用 BIM 而增加之費用，本指南不做具體建議；而是由業主與設計方或施工方於主契約中，依據所需要執行之 BIM 應用目的及所需交付之成果合意訂定。」

BIM 是營建產業的新工具，而且是具有提昇各方工作效率的工具，理論上不必特別編列經費，大部份的實務案例也都顯示 BIM 的投資報酬率相當高，因

此，轉換工具的投資成本可以由效率提昇得到回報；然而，凡事起頭難，在尚未看到實質的效率提昇之前，要只注重實質交付成果的營建業廠商，自行投資 BIM 所需的軟硬體設備及人員教育訓練，實務運作上有不小的阻力，況且 BIM 的效益展現依賴整體 BIM 環境的成熟度，除了依賴公部門的強力要求外，適當的經費補助也是推動 BIM 的必要手段；以新加坡為例，政府利用為營建產業準備的基金，補助營建產業的公司購置 BIM 軟硬體及人員教育訓練；國內的狀況比較特別，沒有用特別的經費來補助營建產業導入 BIM，但藉由在興建專案中編列「BIM 費用」來作為補償，缺點是在實務運作時，還沒有 BIM 能力的廠商將這筆專款另行切出，再外包給專門做 BIM 服務的公司來協助完成，若沒有掌握住「以 BIM 整合團隊」的原則，很容易變成只用來應付「業主的需求工項」的獨立 BIM 工作，對專案效益的提昇貢獻則有限。本案在業主需求中強調需符合「國立中央大學 BIM 導入計畫」且在主契約中明訂「應用 BIM 做設計整合，提昇施工效率，並將建成資產資訊轉交資產管理應用」為最高原則，受委託的 PCM 將協助擬定各項作業標準細則，當不致於變成應付業主需求的獨立 BIM 工作。

依據國內外 BIM 專案執行經驗，專案之 BIM 應用服務成本約為專案總成本之 0.49%~1.50%，平均值約為 1%，差異主要在於專案的性質不同，本研究在編定本案例教材時，本著未來 BIM 環境愈來愈成熟，會逐漸成為內隱的 BIM 工具，做為過渡期編列 BIM 費用平均值為工程建造費用的 1.0%，依本案的工程建造費用約為新台幣二億元，故編列工程建造費用的 1.0%，也就是 200 萬元做為「BIM 費用」。(按 20170811 上海 BIM 技術服務明碼標價每平方米 15 元人民幣估算，本案約 8,200 平方米，計算為 123,000 元人民幣，乘 4.54 換算成新台幣約為 56 萬元)

決定 BIM 應用需求，再估算 BIM 費用後，則依 BIM 協同作業指南提供的「TW-00-3 公共統包工程採購契約範本(BIM 工作條款，適用於建築工程)」及「TW-01 營建專案之 BIM 特定條款」兩份文件，進行本統包案發包工作。BIM 協同作業指南的 TW-01 文件(本節稱為 BIM 特定條款)，本研究認為可以直接採用，但 TW-00-3 文件(本節稱為專案主契約)有必要針對面專案之特性進行修改；表 3.7 為本研究列出的專案主契約中與 BIM 相關的條款，該表的第三欄則是依本專案特性修改後的條文。由表 3.7 可知主要的差異是在 BIM 工作內容、BIM 費用的給付條件、BIM 相關智慧財產權、及 BIM 相關會議的規定，分別說明

如下：

- (一)主契約中的 BIM 工作內容：原 TW-00-3 範本建議將 BIM 工作內容增列在統包採購第 2 條履約標的及地點(五)之 2.工作內容的第(6)項，並勾選需要的工作項目。本研究認為列出待勾選工作項目不夠明確，且本條履約標的及地點第(五)的原意是選擇性的維護保養或代操作等工作；在本案中 BIM 工作是必要的工作，建議列在第 2 條履約標的及地點(二)本統包工程工作範圍：之 5.整合設計、施工之介面協調。強調 BIM 工作的內涵是原本就需要的工作，只是改用較好的工具來做，並且將基本的 BIM 工作項目明確列出(若已確認加值的其它項目亦可在此列出)。
- (二)BIM 費用的給付條件：增列 BIM 費用為鼓勵獎助性質，原 TW-00-3 範本建議此項費用之給付條件為交付各階段 BIM 成果時，分期的狀況也搭配施工實體的進度，考量也很完善；但此種規定，很容易將 BIM 工作「獨立」出來，付款後有已支付驗收完成的形式上宣式，不利於持續性的 BIM 資訊更新與應用。本研究建議亦可不需載明 BIM 費用的支付方式，依相關規定(例如施工綱要規範之 1060A)於驗收合格後支付。
- (三)BIM 相關智慧財產權：由於與 BIM 相關的智慧財產權已明確列在 BIM 條款之第六條中，本研究建議依 BIM 特定條款之規定即可。
- (四)召開 BIM 相關會議的規定：BIM 條款第四條已明確說明 BIM 經理負責擬定、更新 BIM 執行計畫，並規定召開、主持 BIM 會議，因此，經由核定通過的 BEP，將有依據專案特性而擬定的執行計畫及相關 BIM 工作協調會議，不需在主契約中加定本項規定。

原 TW-00-3 範本增列在統包採購第 2 條履約標的及地點(五)之 2.工作內容的第(6)項 BIM 工作，可勾選的內容有(1)簽約後編製 BIM 工作執行計畫書，(2)基本設計階段提送基本設計 BIM 模型及報告書，(3)細部設計階段提送細部設計 BIM 模型及報告書，(4)施工階段定期交付 BIM 模型及相關報告書，(5)竣工時提送竣工 BIM 模型及報告書供驗收(驗收合格後修正供營運使用)，共五項。文義上較接近一般認定的交付項目，而不是 BIM 應用需求或是 BIM 目的；雖然在專案主契約中沒有其它的條文來說明專案的 BIM 需求，但 BIM 協同作業指南的成果報告不斷強調應用該指南附錄 A(TW-02A)表 A-1 中列出的「BIM 協

同作業指南之各階段應用目的與交付成果對照表」，因此，有些統包專案在引用 BIM 協同作業指南時，會將這個表的內容放在「統包需求計畫書」中，故雖有本研究所稱的主契約中 BIM 需求不明確的疑慮，在實務執行面上仍不成問題，例如在 2017 年上半年發包的兩個指標性統包專案，皆以在「統包需求計畫書」中獨立一章「BIM 作業準則」，仿照 BIM 協同作業指南表 A-1 在各不同階段列出應用項目，如表 3.8 所示。

表 3.8 中的 A 案是建造經費約 30 億的大型醫院興建工程，該案除了仿照 BIM 協同作業指南表 A-1 列出不同階段的 BIM 應用外，也引用該表對應的交付項目，又額外再加列 BIM 工作執行計畫書、設計階段 BIM 檢核成果報告書、施工(竣工)BIM 模型建模雙週誌、施工階段 BIM 模型、BIM 教育訓練計畫書、竣工 BIM 模型、竣工階段 BIM 檢核成果報告書、統包工程 BIM 成果報告書等，相當繁複完整，若以 BIM 工作編列 1% 來估算，這些工作的預算約有 3,000 萬，要求提交這些成果還算合理，但若是太多這些交付項目規定細節，而沒有達到使用 BIM 工具做專案設計施工整合協調而提昇專案效率的目的，就相當可惜。表 3-8 中的 B 案是建造經費約 40 億的社會住宅新建工程，該案也是在統包需求計畫書中獨立一章 BIM 作業準則，且明確說明引用 BIM 協同作業指南，也仿照 BIM 協同作業指南表 A-1 列出不同階段的 BIM 應用，但在交付項目時，則已不對應每一個 BIM 應用需要的交付項，並用「將 BIM 工作成果登錄於工作月報中」的規定，來將 BIM 工作視為常規的專案工作。

這兩個規模相當的統包案的 BIM 作業準則大體上皆以 BIM 協同作業指南為主要的參考文件，但在應用方式上，都是以「統包需求計畫書」中獨立列出 BIM 作業準則專章的方式，沒有完整引進 BIM 特定條款及 BIM 協同作業指南相關文件。本研究將正確的應用方式，也就是本教材模擬案例的 BIM 作業規定也列在表 3.8 中供比較，可明顯看出本應用案例教材模擬的案例，至少還具有下列三項優點：

- (一)採用制式主契約，完整引入 BIM 特定條款及 BIM 協同作業指南；
- (二)明確的 BIM 需求及合理的交付項目，兼具一致性及個案獨特性；
- (三)引用 BIM 協同作業指南之所有參考性文件，包括相當於 BIM 建置規範的「建模導則」及各不同專業的建模細則

表 3.7 BIM 協同作業指南引用之統包主契約中與 BIM 相關條款之修訂建議

與 BIM 相關之條款	原 TW-00-3 所列條文	本應用案例教材建議修改後條文
統包採購第 1 條(一)之 6	契約文件及效力(增列) 6.建築資訊建模(BIM)特定條款(由政府營建主管部門發佈之最新版本)及[填入 BIM 指南的全銜]	契約文件及效力(增列) 6.營建專案之 BIM 特定條款及 BIM 協同作業指南
統包採購第 1 條(三)之 7	7.機關提供之契約文件如同時包括 2D 圖說與 BIM 模型，其 2D 圖說與 BIM 模型內含之資訊如不一致時： <input type="checkbox"/> 2D 圖說優於 BIM 模型內含之資訊。 <input type="checkbox"/> BIM 模型內含之資訊優於 2D 圖說。(機關於招標時勾選、未勾選者，以契約中之 2D 圖說優於 BIM 模型內含之資訊)	7.機關提供之契約文件如同時包括 2D 圖說與 BIM 模型，其 2D 圖說與 BIM 模型內含之資訊如不一致時：2D 圖說優於 BIM 模型內含之資訊。
統包採購第 2 條履約標的及地點(五)之 2  建議列在第 2 條履約標的及地點(二)本統包工程工作範圍如下：之 5	(五) <input type="checkbox"/> 維護保養 <input type="checkbox"/> 代操作營運：(如須由得標廠商提供驗收合格日起一定期間內之服務，由招標機關視個案特性於招標時勾選，並注意訂明投標廠商提供此類服務須具備之資格、編列相關費用及視需要擇定以下項目) 2.工作內容： 增列(6)本案 BIM(Building Information Modeling)工作。包括： <input type="checkbox"/> 簽約後編製 BIM 工作執行計畫書。 <input type="checkbox"/> 基本設計階段提送基本設計 BIM 模型及報告書。 <input type="checkbox"/> 細部設計階段提送細部設計 BIM 模型及報告書。 <input type="checkbox"/> 施工階段定期交付 BIM 模型及相關報告書。 <input type="checkbox"/> 竣工時提送竣工 BIM 模型及報	(二)本統包工程工作範圍如下： 1.本工程標的之細部設計。 2.本工程標的之供應及施工。 3.依法令規定應由建築師、技師及其他專門職業人員辦理之簽證、審查事項。 4.本工程之進度安排與管制。 5.依照擬定之 BIM 執行計畫，整合設計、施工之介面協調。 至少執行以下五項必要 BIM 工作： E1 基地現況建模 E2 設計表達 E3 設計成果審核 E4 3D 整合協作 E5 集成模型匯編 選擇性加值 BIM 應用(勾選) <input type="checkbox"/> A1 成本估算

與 BIM 相關之條款	原 TW-00-3 所列條文	本應用案例教材建議修改後條文
	<p>告書供驗收(驗收合格後修正供營運使用)。</p>	<p> <input type="checkbox"/>A2 歷時規劃  <input type="checkbox"/>A3 基地分析  <input type="checkbox"/>A4 工地利用規劃  <input type="checkbox"/>A5 數位製造  <input type="checkbox"/>A6 3D 控制與規劃  <input type="checkbox"/>A7 工程分析  <input type="checkbox"/>A8 永續分析  <input type="checkbox"/>A9 設計圖審  <input type="checkbox"/>A10 施工系統分析  <input type="checkbox"/>O1 資產管理                 </p> <p>6. 本工程之品質管理。 以下略</p>
<p>統包採購第 3 條(一)</p>	<p>(一)契約價金總額及其組成,包括設計費及施工費等,詳標價清單及其他相關文件。所含各項費用應合理,不得就付款期程較早之項目,故意提高其價金。有此情形者,應予修正。</p> <p><input type="checkbox"/>本契約另含 BIM 服務費,其計算方式採:(由機關於招標時勾選計費方式並載明其額度)</p> <p><input type="checkbox"/>建造費用之 %。</p> <p><input type="checkbox"/>固定服務費用新臺幣 元。</p>	<p>暫不修改</p>
<p>統包採購第 5 條(一)之 3</p>	<p>增列 BIM 服務費之給付條件</p> <p>3. <input type="checkbox"/> BIM 服務費(由機關視個案情形於招標時勾選或另載明支付方式;未勾選且未載明支付方式者,表示於驗收合格後一次支付)估驗計價以一式計價,其各期之付款條件為: 以下略</p>	<p>刪除</p> <p>BIM 服務費為鼓勵獎助性質,建議不需在主契中載明支付方式,依相關規定支付即可。(另,可參施工綱要規範第 0133A 章之規定)</p>
<p>統包採購第 9</p>	<p>履約管理</p>	<p>刪除</p>

與 BIM 相關之條款	原 TW-00-3 所列條文	本應用案例教材建議修改後條文
條(卅四)其他	(卅四) BIM 作業與成果要求 以下略	已在第 2 條履約標的及地點之 (二)本統包工程工作範圍如下： 之 5 載明依照 BEP 執行。
統包採購第 19 條(三)	(三)廠商履約結果涉及智慧財產權者： (由機關於招標時載明) <input type="checkbox"/> BIM 成果之智慧產權 <input type="checkbox"/> 機關取得部份權利... 以下略	刪除 BIM 特定條款第六條已有相關規定
統包採購附錄 1 之 3.4	34 BIM 工作協調會議 3.4.1 安排固定時間開會。 以下略	刪除 BIM 特定條款已要求依照 BEP 執行

表 3.8 本教材統包專案之 BIM 作業規定與最近兩指標性專案之比較

比較項目	A 案	B 案	本教材專案
列出 BIM 需求方式	在統包需求計畫書中獨立一章 BIM 作業準則，含六節： 前置作業及共通性定 設計階段 BIM 作業準則 施工階段 BIM 作業準則 竣工階段 BIM 作業準則 維護階段 BIM 作業準則 各階段 BIM 應用目的與交付項目	明確說明引用 BIM 協同作業指南並在統包需求計畫書中獨立一章 BIM 作業準則，含三節： 前置作業及共通性定 各階段 BIM 作業準則 各階段 BIM 應用目的與交付項目 附件 B BIM 建置規範	以制式統包採購契約增訂相關 BIM 條款及引用 BIM 特定條款
BIM 應用	仿照 BIM 協同作業指南表 A-1 在各不同階	仿照 BIM 協同作業指南表 A-1 在各不同階段列	五項必要 BIM 應用

比較項目	A 案	B 案	本教材專案
	<p>段列出應用項目：</p> <p>基/細設設計模型建構 Green BIM 分析 各專業模型 3D 整合 3D 視覺化協調 基/細設設計 2D 圖面生成 3D 模擬動畫 施工模型建構 各專業模型 3D 整合 3D 視覺化協調 施工圖 2D 圖面生成 BIM 教育訓練 竣工模型建構 竣工 2D 圖面生成 3D 模擬動畫 驗收移交作業 維護管理 BIM 資訊建置</p>	<p>出應用項目：</p> <p>基/細設設計模型建構 Green BIM 分析 設計整合 基/細設設計圖面生成 基本/詳細設計成本估算 4D 工期預估、施工性分析 施工模型建置 施工界面整合 施工製造圖說生成 4D 實際施工進度修正 協助工程材料預定 竣工模型建置 竣工圖說生成</p>	<p>E1 基地現況建模 E2 設計表達 E3 設計成果審核 E4 3D 整合協作 E5 集成模型匯編 選擇性增值 BIM 應用 A1 成本估算 A2 歷時規劃 A3 基地分析 A4 工地利用規劃 A5 數位製造 A6 3D 控制與規劃 O1 資產管理</p>
<p>交付項目</p>	<p>仿照 BIM 協同作業指南表 A-1 在各不同階段列出交付項目，額外加列下列交付項目：</p> <p>BIM 工作執行計畫書 設計階段 BIM 檢核成果報告書 施工(竣工)BIM 模型建模雙週誌 施工階段 BIM 模型 BIM 教育訓練計畫書 竣工 BIM 模型 竣工階段 BIM 檢核成果報告書</p>	<p>BIM 工作執行計畫書 BIM 工作成果登錄於工作月報中 設計階段 BIM 自主檢核成果報告書 設計 BIM 模型 施工階段 BIM 自主檢核成果報告書 施工階段 BIM 模型 使用執照 BIM 模型 竣工驗收 BIM 模型 竣工 BIM 成果報告書</p>	<p>設計意圖模型 施工模型 竣工模型 集成模型 營運維護數據 其它依照 BEP 規定提交項</p>

比較項目	A 案	B 案	本教材專案
	統包工程 BIM 成果報告書		
人員角色	要求在 BEP 中列出 BIM 專案組織架構，列出 BIM 專業人員配置	BIM 專案經理、各分專業設計與施工團隊的 BIM 協調員、BIM 設計建模者	業主 BIM 代表、BIM 經理、各分專業 BIM 協調員
流程規定	要求在 BEP 中列出執行工作方式與作業流程、BIM 文件檔案管理計畫等	繪製作業流程圖	原則性作業流程圖，並要求在 BEP 中列出執行工作方式與作業流程
其它特色	引用 BIM 協同作業指南附錄 C 之應用目的與責任矩陣，並備妥各階段 BIM 模型檢核表供使用，各階段進行溝通之 BIM 模型檔應可轉成免費 BIM 瀏覽軟體可讀取	各階段進行溝通之 BIM 模型檔應可轉成免費 BIM 瀏覽軟體可讀取；「BIM 模型及資訊傳遞原則概要表」及各式檢核表做模型資訊交付檢核；以一般建築工程通用圖學標準規範輸出圖說；施工工務所需設「BIM 協同作業室」。	引用 BIM 協同作業指南之所有參考性文件，包括相當於 BIM 建置規範的「建模導則」及各不同專業的建模細則

### 第三節 DB 專案之統包商執行 BIM 方式說明

本研究假設取得本案之統包商已導入 BIM，因此得以順利依據專案需求擬定 BEP，並且充份應用 BIM 技術及流程進行團隊整合，本教材以 BEP 的擬定方式說明、依業主需求建置的 BIM 模型、及應用模型的方式說明共三小節，示範統包商執行 BIM 作業的方式。

## 一、統包商 BIM 執行計畫之擬定及執行方式

依照本案 BIM 特定條款「4.1 BIM 經理應儘早於專案開始之時，及專案開始執行後有必要修訂時，召集與執行 BIM 工作相關之專案成員共同參與，盡其所能合議制定與增修 BEP 之內容與用詞。」可知 BEP 有合意擬定、動態及時依實況更新等需求，按 BIM 協同作業指南提供的文件(TW-04BIM 執行計畫(BEP)制定要項)及本案的需求，BEP 的內容包括：

- (一)專案資訊；
- (二)專案成員；
- (三)專案目的；
- (四)專案階段的 BIM 應用；
- (五)每一項 BIM 應用對應的 BIM 交付成果；
- (六)需建制的 BIM 模型及對應的建模者及用模者；
- (七)BIM 模型建置所需的模型元件、細緻度(Level of details)、及所需的屬性資料；
- (八)BIM 模型資訊之建置流程、維護方式、及協同整合作業方法；
- (九)資訊交換協定及交付格式標準；
- (十)技術平台及應用軟體；
- (十一)其它。

利用該項文件提供的「擬定 BEP 的八個步驟」，本研究依照明確 BIM 應用工作，及區分模型交付項及應用成果報告交付項為原則，修訂如表 3.9 所示，統包商將本專案的相關資訊填入，即可得本專案的 BEP 如附錄九所示。

表 3.9 擬定 BIM 執行計畫的八個步驟修訂版

步驟	說明	參照資料
1	在 BEP 樣版中填寫「專案資訊」	BEP 樣板
2	填報專案成員，特別是確認 BIM 經理及 BIM 協調員	TW-02BIM 協同作業指南
3	明確定義「專案目的」，再依該目的展開業主需求的 BIM 應工作交付項、負責成員、與交付時程	依業主需求

步驟	說明	參照資料
4	依照業主需求的各交付項，依期程序列出所需建置的 BIM 模型，並指定建模者及用模者。	BIM 樣板
5	確認建模使用軟體及檔案交換格式 確認各交付成果的「檔案命名規則」及「模型架構 (Model Structure)」	BIM 樣板
6	列出各模型所需建置的 BIM 元件並且確認所需的細緻度及非幾何屬性資料。	TW-02-D BIM 建模導則
7	建立建模方法、發佈及協同作業流程，確認發佈前建模者所需執行的模型品質檢核。	TW-02 BIM 協同作業指南
8	技術環境需求：明確列出專案所需的軟體，指出共享平台及資料庫。	TW-02 BIM 協同作業指南

本研究亦整理前述 A、B 兩案統包需求計畫書中對 BEP 之要求，並與原 BIM 協同作業指南之 BEP 需求，以提出時間、內容項目、和 BEP 之修訂更新三項比較於表 3.10 中。由表 3.10 中可知兩指標性專案之執行計畫書規定內容及本教材所述內容大同小異，主要都是在規定詳細的工作內容、工作流程、及交付方法，都是落實 BIM 應用目的的主要依據；B 案同意將 BEP 併入傳統的「工作執行計畫書」可能是想將 BEP 結合到傳統主流工作中，研究團隊認為長遠目標當應如此，但在 BIM 技術尚未成熟且 BEP 有及時更新的需求，將 BEP 從冗長繁複的傳統「工作執行計畫書」分割出來，較易進行及時更新；另，本教材強調 BEP 的「團隊合意擬定及動態及時依實況更新」需求，傳統對執行計畫審核過程繁複而傾向「核定後不輕易修改」的做法，有必要因應 BIM 技術的使用而改變；營建專案若能以 BIM 工具進行溝通整合，則可得利於資通訊技術帶來的「及時無所不在」的雲端資訊服務，執行計畫的擬定及使用變成可隨時隨地依專案的狀態更新，將改變工程界常遭詬病的「計畫趕不上變化而落入僅供參考」的缺陷。

表 3.10 擬定 BIM 執行計畫的八個步驟修訂版

比較項目	A 案	B 案	本教材專案
提出時間	須於決標次日起 30 日內編製本案之「統包工程 BIM 工作執行計畫書」並提送。	須於得標後依契約提送「BIM 工作執行計畫書」，可併入「工作執行計畫書」	依 BIM 特定條款由 BIM 經理儘早於開工前
內容項目	<p>服務範圍、BIM 計畫目標及工作項目</p> <p>孺計及施工階段 BIM 建置及執行準則</p> <p>BIM 專案組織架構：包括 BIM 專業人員配置、人員資歷、職務安排</p> <p>執行工作方式與作業流程</p> <p>BIM 模型品質管理準則</p> <p>BIM 文件檔案管理計畫</p> <p>BIM 交付成果及格式</p> <p>檢附應用表單：建築、結構、MEP 管線 BIM 衝突檢核表及其他如疑義清單、自主檢查表</p>	<p>可併入「工作執行計畫書」並依本需求書規劃需求說明及設計準則</p> <p>重點製作設計檢核表，作為檢核依據。統包廠商應詳細說明如何執行本專案設計、施工及竣工之 BIM 工作，內容應滿足「BIM 建築資訊模型建置規範」之內容，經業主核定後實施。</p> <p>本專案引用 BIM 協同作業指南相關文件，BEP 可依 TW-04 文件建議內容擬定</p>	<p>專案資訊、專案成員、專案目的</p> <p>每一專案階段的 BIM 應用；</p> <p>每一項 BIM 應用對應的 BIM 交付成果；</p> <p>每一項 BIM 交付對應的建模者及用模者；</p> <p>每一項 BIM 交付對應的模型元件、細緻度 (Level of details)、及所需的屬性資料；</p> <p>BIM 模型資訊之建置流程、維護方式、及協同整合作業方法；</p> <p>資訊交換協定及交付格式標準；</p> <p>技術平台及應用軟體；</p> <p>其它。</p>
BEP 修訂更新	沒有明確條款說明 (若引 BIM 特定條款則沒問題)	專案執行過程中應隨著成員的更換或專案 BIM 目的之更新修改調整 BIM 工作執行計	專案開始執行後有必要修訂時，即由 BIM 經理召集專案成員合議增修

比較項目	A 案	B 案	本教材專案
		畫書，其變更調整須經過業主核定，且不得與主契約相抵觸。	

本專案延續(繼承)由 PCM 的 BIM 執行計畫擬訂的交付項目，由業主、PCM、及本統包團隊的 BIM 工作成員，組成本統包案的 BIM 小組，如表 3.11 所示成員共 9 員，其中列席的業主代表及代表業主執行 BIM 工作的 PCM 經理不屬於統包商的人力，統包商 7 員 BIM 人力中，資深 BIM 經理帶領分別負責建築與機電專業的兩位 BIM 協調員，每位協調員則再各自帶領兩位建模員；在共同擬定的 BEP(如附錄九)中列出的 BIM 應用工作交付項與負責成員矩陣表，如表 3.12 所示。由表 3.12 可知該案的 BIM 交付項目包括模型交付項及應用成果交付項，兩類共 17 項，其中 J3、J8、J15、及 J17 為模型交付項，其餘為應用成果報告。

表 3.11 10601\_DB\_BEP 案 BIM 工作小組成員

姓名	代號	BIM 角色	任務說明	備註
OOO	10	列席業主	代表業主參與 BIM 相關工作	業主
OOO	20	業主 BIM 代表 (流程經理)	代表業主綜合管理 BIM 相關工作	PCM
OOO	40	BIM 經理	擬定 BEP 並即時實落實更新及執行	統包主管
OOO	42	建築設計 BIM 協調員	建置建構模型、建築設計表達及模型 資訊輸出應用	統包設計
OOO	44	機電 BIM 協調 員	建置機電模型表達、及模型資訊輸出 應用	統包設計
OOO	46	建構建模組員	建置基地、建築、結構設計模型及模 型資訊輸出	統包設計
OOO	48	機電建模組員	建置機電模型及模型資訊輸出	統包設計
OOO	52	機電建模組員	建置機電模型及模型資訊輸出	統包施工
OOO	54	裝修建模組員	建置裝修計計模及施工模及模型資訊	統包施工

			輸出	
--	--	--	----	--

表 3.12 10601\_DB\_BEP 案 BIM 應用工作交付項與負責成員矩陣表

時程	交付項名	對應之 BIM 應 用工作	負責之團隊成員								編 號	
			40	42	44	46	48	52	54	20		
簽約 後 14 天	執行計畫 (BEP)	成果報 告	<input checked="" type="checkbox"/>	J1								
30 天	基地分析	A3 成果 報告	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>						J2
90 天	設計意圖模 型	E1、 E2、 E3、E4	<input checked="" type="checkbox"/>		J3							
120 天	設計階段模 型整合成果 報告	E4, 成果 報告	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>						<input checked="" type="checkbox"/>	J4
180 天	設計階段混 凝土、門窗、 機電設備數 量輸出	A1 成果 報告	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>							J5
210 天	設計階段時 程進度規劃	A2 成果 報告	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>							J6
210 天	設計階段工 地空間規劃	E1、A4 成果報 告	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>							J7
240 天	施工模型	E1、 E2、 E3、E4	<input checked="" type="checkbox"/>		J8							
依需 求	施工階段模 型整合成果 報告	E4 成果 報告	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>						<input checked="" type="checkbox"/>	J9
依需 求	施工階段混 凝土、門窗、 機電設備數 量輸出	A1 成果 報告	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>							J10
依需 求	施工階段時 程進度規劃	A2 成果 報告	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>						<input checked="" type="checkbox"/>	J11
依需 求	施工階段工 地空間規劃	A4 成果 報告	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>							J12

時程	交付項名	對應之 BIM 應 用工作	負責之團隊成員								編號	
			40	42	44	46	48	52	54	20		
依需求	門窗大樣輸出	A5 成果報告	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>								J13
依需求	柱位數位放樣	A6 成果報告	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>								J14
完工後 30 天	竣工模型	E1、E2、E3	<input checked="" type="checkbox"/>	J15								
完工後 30 天	主要設備資料數據	O1 成果報告	<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>					<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	J16
完工後 60 天	集成模型	E5									<input checked="" type="checkbox"/>	J17

\*：成員代號參照表 3.10。

依據表 3.12 所列的各交付項需求，本案在不同階段所需建置的 BIM 模型、建模者、及用模者，亦在 BEP 中列出如表 3.13 所示。由表 3.13 可知需建置的 BIM 模型共有 17 項，其中編號 M1 至 M8 是在細部設計階段建置，M9 至 M15 則是施工階段建置，M16 是竣工模型，應由統包商負責建置，至於 M17 則是由 PCM 負責建置的集成模型。統包商依照 TW-02 BIM 協同作業指南擬定以檔案為主的資訊交換方式及人員責任歸屬示意圖如圖 3.16 所示。

表 3.13 10601\_DB\_BEP 案應建 BIM 模型、建模者與用模者矩陣表

階段	模型名	直接對應之 BIM 應用工作	建模者	用模者	編號
設計 階段	基地模型(原)	E1	46	20、40、42	M1
	基地模型(含設計提案)	E1、E2、E3	42	20、40、42	M2
	建構模型	E2、E3	46	20、40、42	M3
	裝修模型	E2、E3	42	20、40、44	M4
	機電模型(電力)	E2、E3	48	20、40、44	M5
	機電模型(空調)	E2、E3	48	20、40、44	M6
	機電模型(給排水)	E2、E3	44	20、40、44	M7

階段	模型名	直接對應之 BIM 應用工作	建模者	用模者	編號
	整合模型	E2、E3、E4	44	20、40、44	M8
施工階段	基地模型(施工空間)	E1、E2、E3	52	20、40、54	M9
	建構模型	E2、E3	52	20、40、54	M10
	裝修模型	E2、E3	42	20、40、52、54	M11
	機電模型(電力)	E2、E3	54	20、40、52	M12
	機電模型(空調)	E2、E3	54	20、40、52	M13
	機電模型(給排水)	E2、E3	44	20、40、52、54	M14
	整合模型	E2、E3、E4	44	20、40、52、54	M15
竣工移交	竣工模型	E2、E3	52	20、40	M16
	集成模型	E5、O1	20	交業主運營用	M17

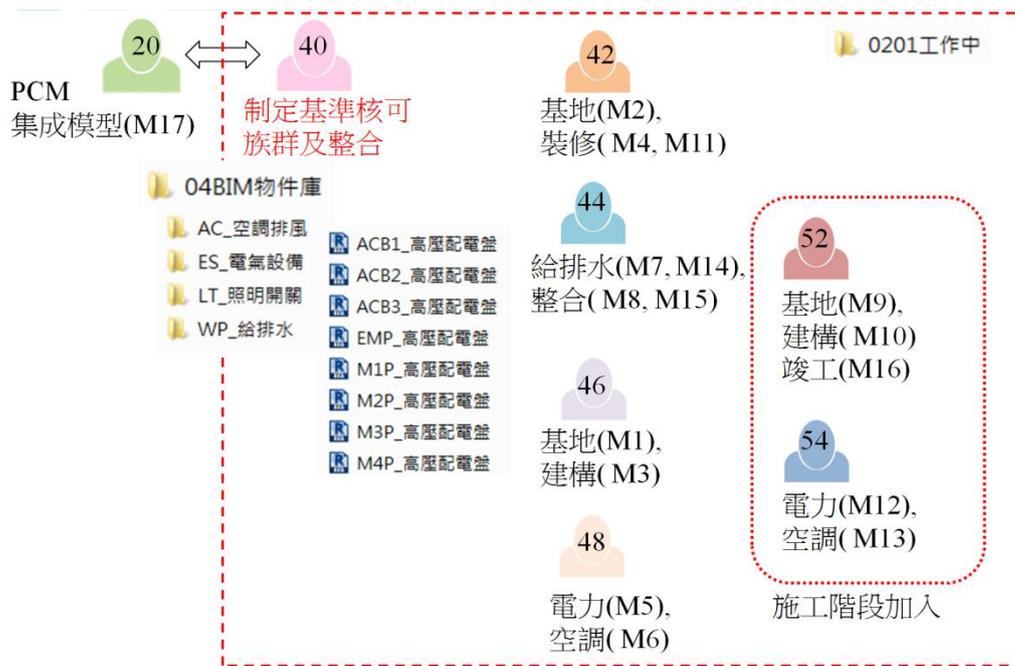


圖 3.16 統包商依 TW-02 BIM 協同作業指南擬定以檔案為主的資訊交換方式

BEP 中的模型建置標準及資訊交付方法，若是在公司導入 BIM 後則有自己的資訊交換標準，在符合業主的資訊需求為原則下，業主未詳訂的部份則可將這些標準列在 BEP 中，類似專案 B 中的「BIM 建築資訊模型建置規範」，在公司尚未導入前，可以依照 BIM 協同作業指南的附錄 C 元件需求，及附錄 D 建模指南在 BEP 中列出，例如本應用案例教材統包專案 BEP(附錄九)的第六項「各

BIM 模型所需建置的 BIM 元件」節錄其中「建構模型」部份，如表 3.14 所示，亦即可依據專案需求，由 TW-02 BIM 協同作業指南的附錄 C 和附錄 D 分別選用需求元件及建模細則規定，在 BEP 中建置符合專案需求的「BIM 建築資訊模型建置規範」。

表 3.14 10601\_DB\_BEP 案 BIM 模型建置規範

BIM 模型別	應建元件及建模細則說明		
	元件	建模細則說明	備註
建構模型 通則：需以正確尺寸及材料屬性建置	牆 (含隔間牆、擋土牆)	以「牆」功能建置，並用類型區分牆的屬性。高度為樓層結構面起至上層結構梁或版底。	建議以核可的族群建置
	門、窗	以「族群」建置，並依圖說輸入正確的參數及命名。	
	基礎	獨立基腳、聯合基腳、版基礎	
	樑	以「樑」功能建置，並依圖說輸入正確的類型及參數。	
	柱	以「柱」功能建置，由樓層基準面至其上樓版的基準面間建置及其特殊形狀與斷面的柱。	
	版	以「樓板」功能建置，並依圖說輸入正確的類型及參數。	
	樓梯、梯段、斜面	以「樓梯」功能建置，並依圖說輸入正確的類型及參數。樓梯轉接平台和梯段，此時可視需求用樓版建置，應將該“樓版”的「類型」定義為“樓梯”。	

## 二、統包商交付之 BIM 模型

除了依照合意擬定的 BEP 外，統包商亦可由「TW-11 統包商 BIM 執行要項」中獲得許多相關資訊，且在各不同專業的建模方法上，也可以分別參照「TW-07 建築師 BIM 基本建模指南」、「TW-08 結構顧問(含技師)BIM 基本建模指南」、「TW-09 機電顧問(含技師)BIM 基本建模指南」、及「TW-10 承包商 BIM 基本建模指南」。本教材搭配表 3.12 之交付時間，以提前 14 天做為各建模者負責的 BIM 模型之交付時間，如表 3.15 所示。本節逐一說明示範各個模型的建置狀況。

表 3.15 建模者負責的 BIM 模型之交付時間表

編號	交付時程	模型交付項名	應建置之模型編號	預估彙整時間	建模者應交出模型時間
J3	簽約後 90 天	設計意圖模型	M1 至 M8	14 天	簽約後 76 天
J8	簽約後 240	施工模型	M9 至 M15	14 天	簽約後 226
J15	完工後 30 天	竣工模型	M16	14 天	完工後 16 天
J17	完工後 60 天	集成模型	M17	14 天	完工後 46 天

在細部設計階段，統包商的基地模型主要繼承 PCM 建置的模型，增加預計開挖的土方部份，如圖 3.17 所示。由於結構上採用鋼筋混凝土設計，在不建置鋼筋綁紮模型的前提下，沒有增加過多結構模型細節，因此統包商繼承基設結構模型的成果，將裝修模型與結構模型結合在同一個模型中，稱為建構模型，依照空間的需求進行細部設計，圖 3.18 為統包商進行細部設計後的建構模型，圖 3.18 展示的視圖乃依建模軟體的「圖面框」功能，截取各樓層的空間區分狀況，圖 3.19 則展示從模型輸出的空間區分明細，其中公共空間 2,347m<sup>2</sup>，1FL 材料所 1,065m<sup>2</sup>，2、3FL 資工系共 2,356m<sup>2</sup>，4FL 電機系 1,166m<sup>2</sup>，5FL 生醫所 1,130m<sup>2</sup>。

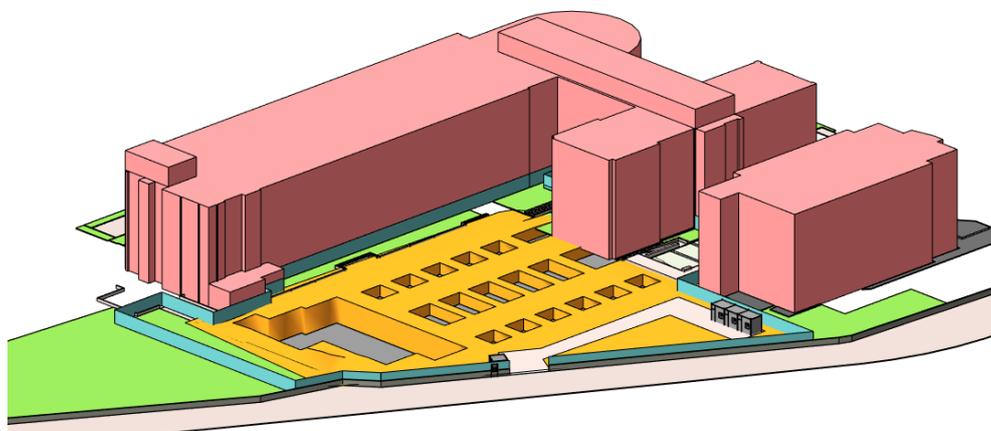


圖 3.17 統包商交付的基地模型(M1)例

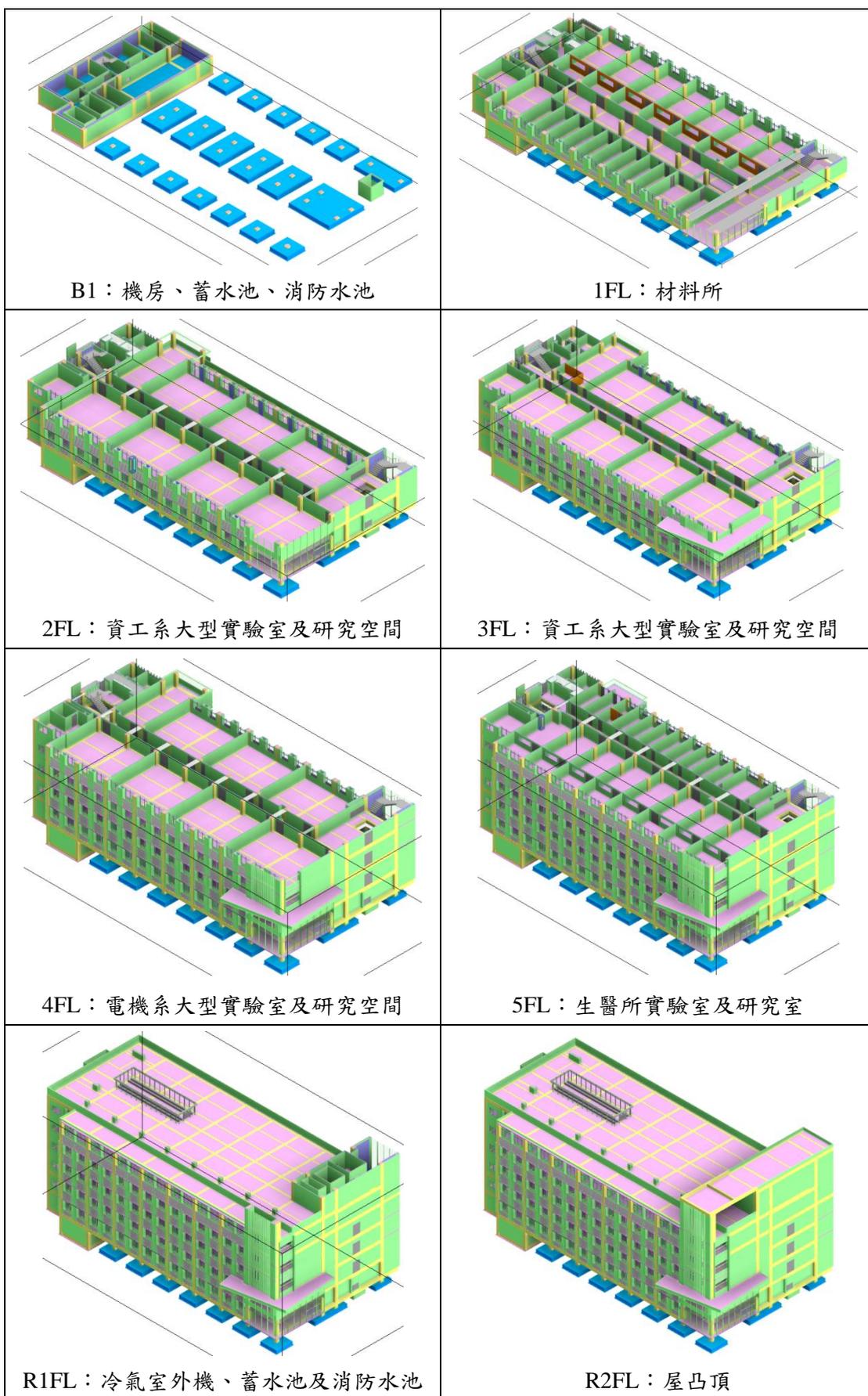


圖 3.18 統包商的建構模型展示各樓層的空間分配狀況



圖 3.19 統包商的建構模型展示各樓層的空間

圖 3.20 為統包商進行細部設計後的結構框架及以「圖面框」功能截取三向剖面的視圖，清楚展現地下室部份的版式基礎，其它區域的獨立基礎和聯合基礎，各樓層的大小梁分部情形。

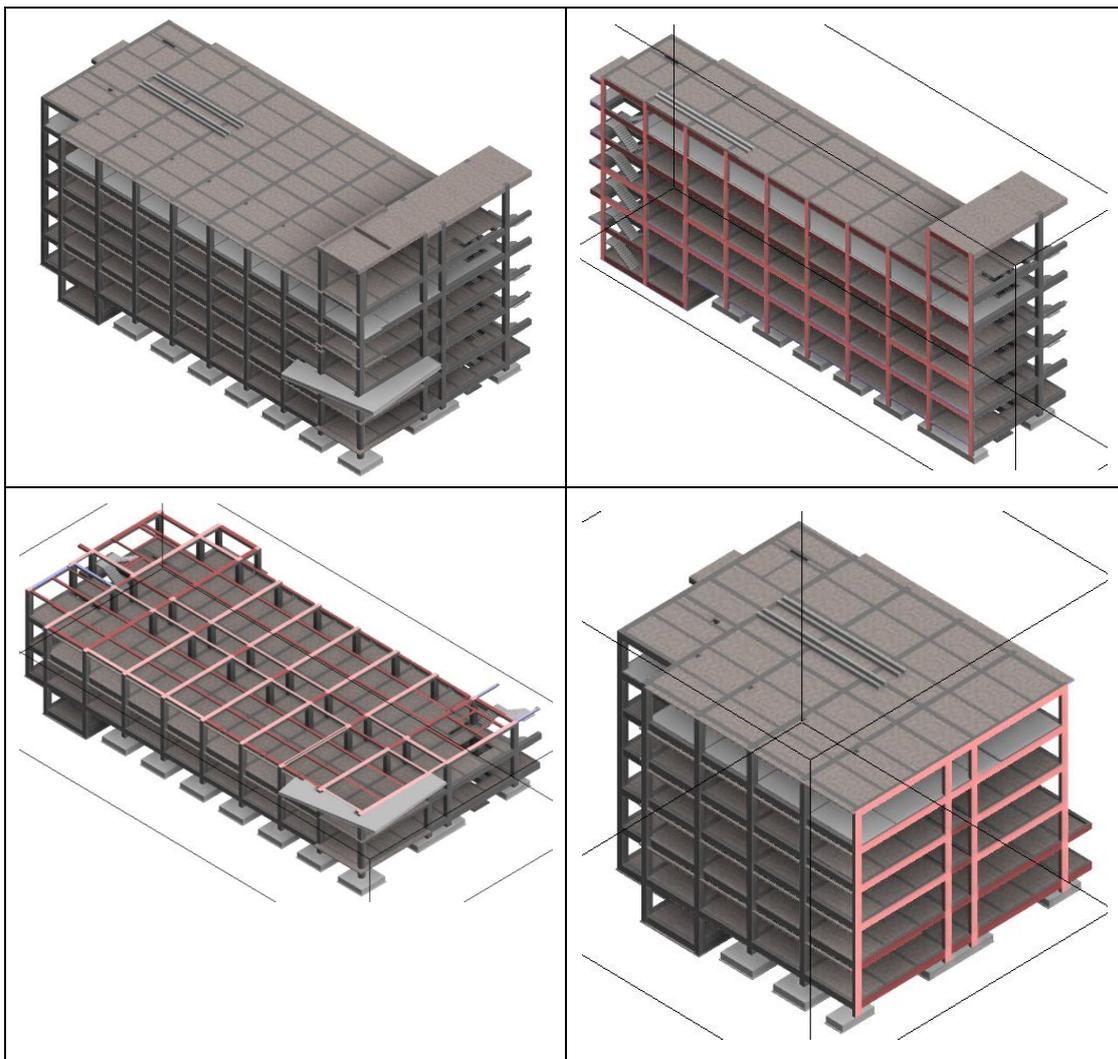


圖 3.20 統包商的以建構模型展示的結構設計細節

圖 3.21 為統包商進行細部設計後的裝修模型，除了清楚表達南、北兩向立面的格柵、帷幕、露臺設計外，也以「圖面框」功能截取剖面視圖，清楚展現各空間的天花板設計。

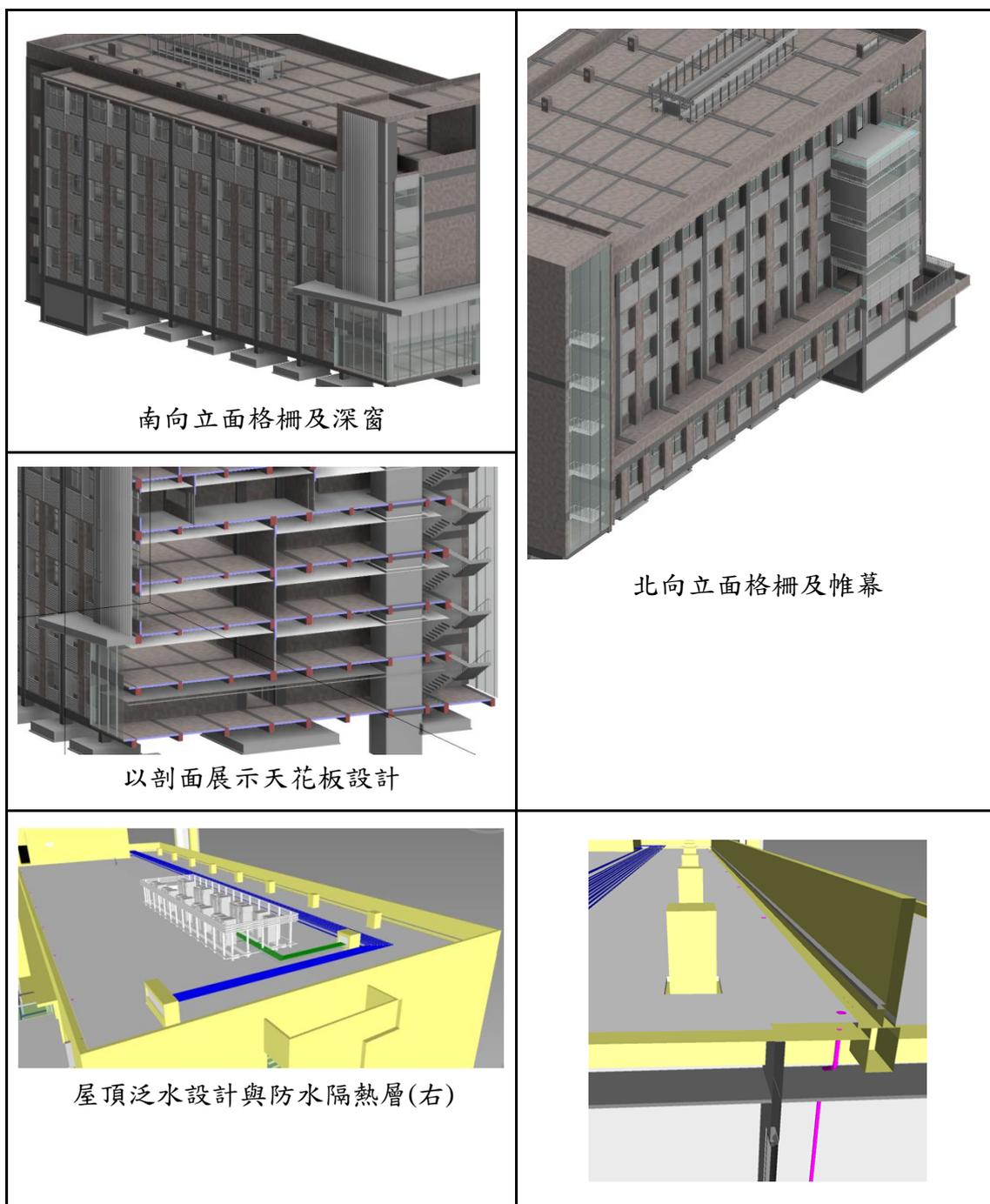


圖 3.21 統包商的以建構模型展示的裝修設計細節

圖 3.22、圖 3.23 和圖 3.24 分別為統包商交付的電力系統、空調系統、及給排水系統的機電模型。主要是繼承了基本設計的機電模型，依照深化的機電設計細節，例如各空間的送風機、撓性軟管、排水管、照明設備、插座、開關、並將兩英吋以上的管，由「定位管」的線條改用設計的管件、管配件、管附件表達。

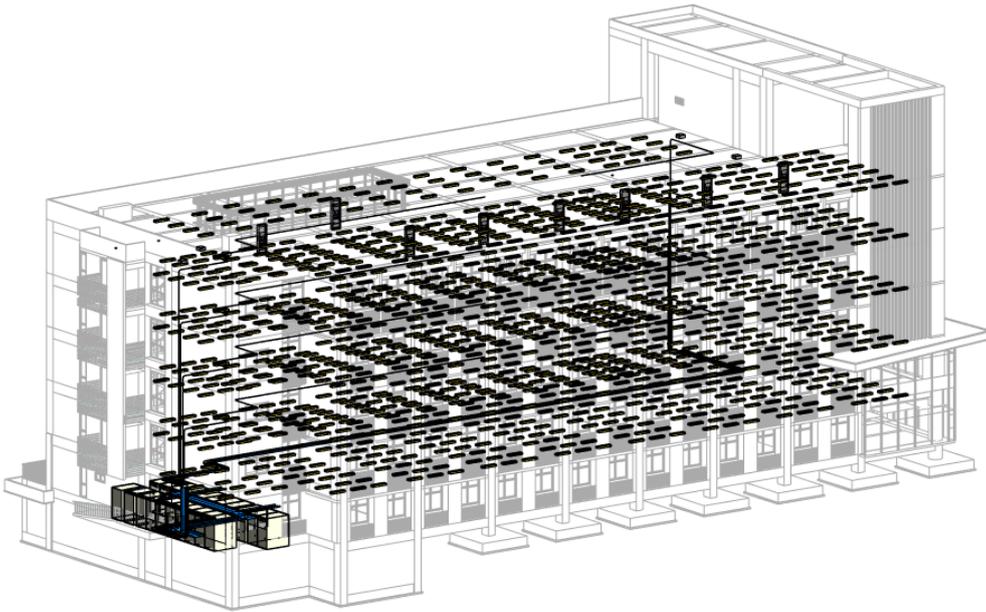


圖 3.22 統包商交付的設計階段電力模型(M5)增設照明設計

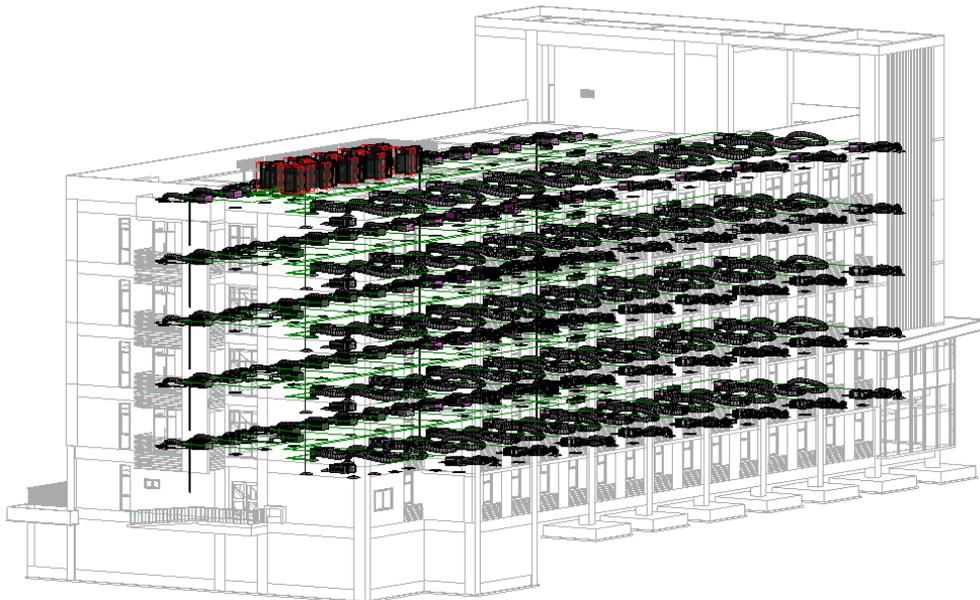


圖 3.23 統包商交付的設計階段空調模型(M6)

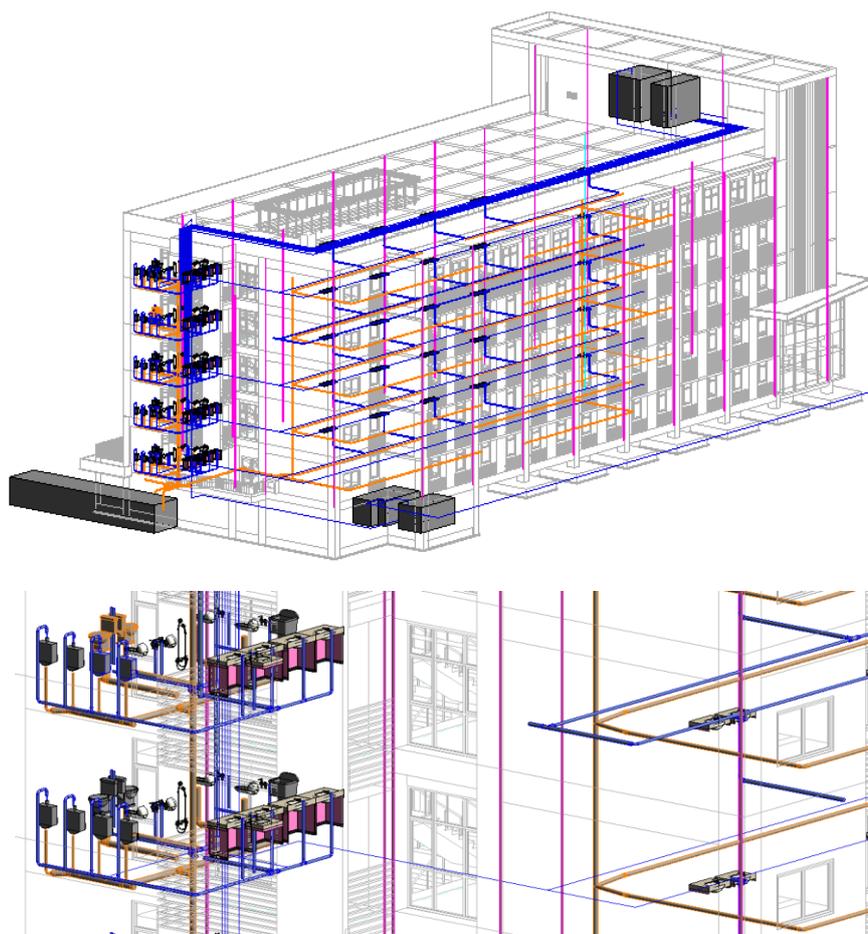


圖 3.24 統包商交付的設計階段給排水模型(M7)例

圖 3.25 為將三個系統整合檢討的情形、除了在建模平台進行系統的干涉檢查外，在 MEP 系統本身整合檢討完成後，還可再匯出供整合平台進行整合，圖 3-26 為再將建築及結構模型匯入整合平台進行衝突檢討的情形，圖示強調天花板以上空間的檢討，包括各空間的立向淨距。

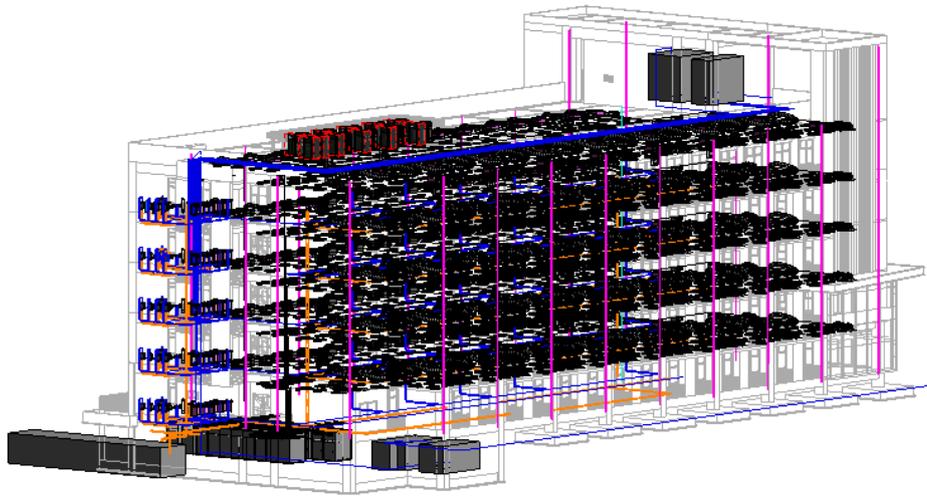


圖 3.25 統包商交付的機電整合模型(M8)例(在建模平台)

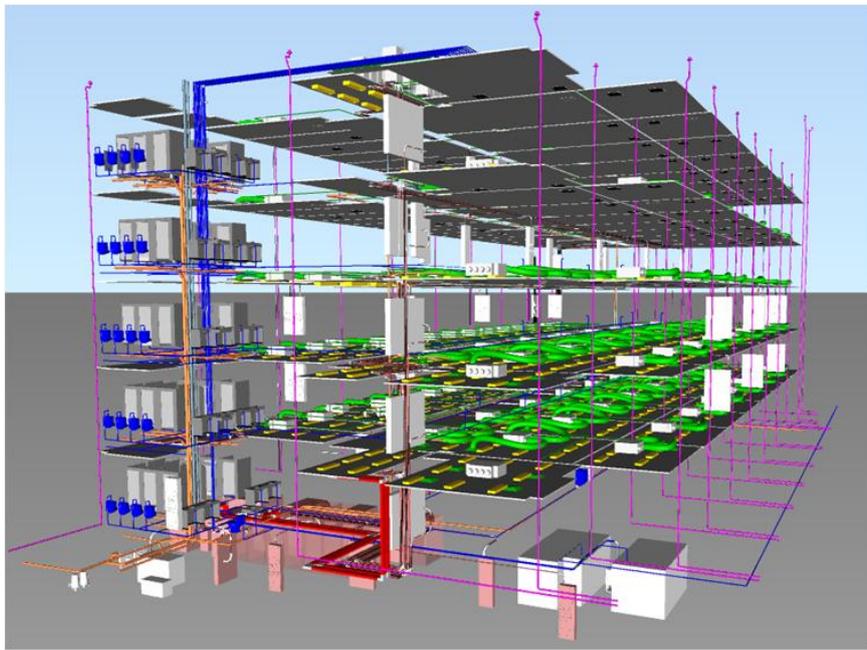


圖 3.26 統包商交付的機電整合模型(M8)例(在整合平台)

如圖 3.25 和圖 3.26 這樣的整合工作牽涉團隊中不同的建模者，在目前以檔案為資訊交換的工作平台上，要特別注意工作規範，也就是 BIM 指南中強調的「協同作業方式」，各分工建模人員在一定的期間各自完成並檢核所負責的模型檔品質後，交 BIM 經理移入「共用」資料夾，並同時將設計階段的「工作中」資料夾封存；此後的建模修改工作即進入第二個階段，團隊在「共用」資料夾內進行個自負責的檔案建模工作，整合工作流程示意圖如圖 3.27 所示。

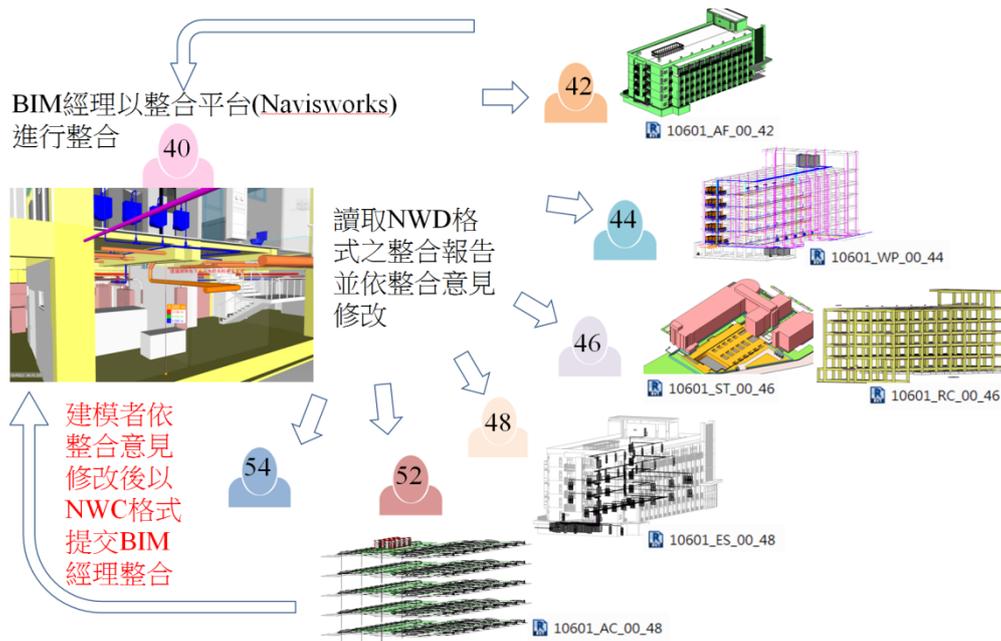


圖 3.27 統包商以 Navisworks 在第二階段進行協同作業的示意圖

圖 3.28 為 BIM 經理以 NWD 檔發佈給團隊成員的天花板以上空間檢討報告中的一項衝突點，即 1FL 公共走道中的匯流排槽與空調送風口衝突，經檢討起因是 1FL 的空調模型檔在該區的出風口配置建置錯誤，則應交由原建模者進行修改；雖然這項修改工作也可由 BIM 經理直接修改，有時因建模者不在或圖方便也可以請其它建模者修改，尤其是在衝突或錯誤很輕微時，這種「圖方便」的作業程序，會打亂模型檔的主導權和原建模者對模型所負的責任，故應堅持交由原建模者修改。建模者依整合意見修改後存回檔，一般整合平台設計有自動讀取新檔的功能，方便這種整合程序的進行。

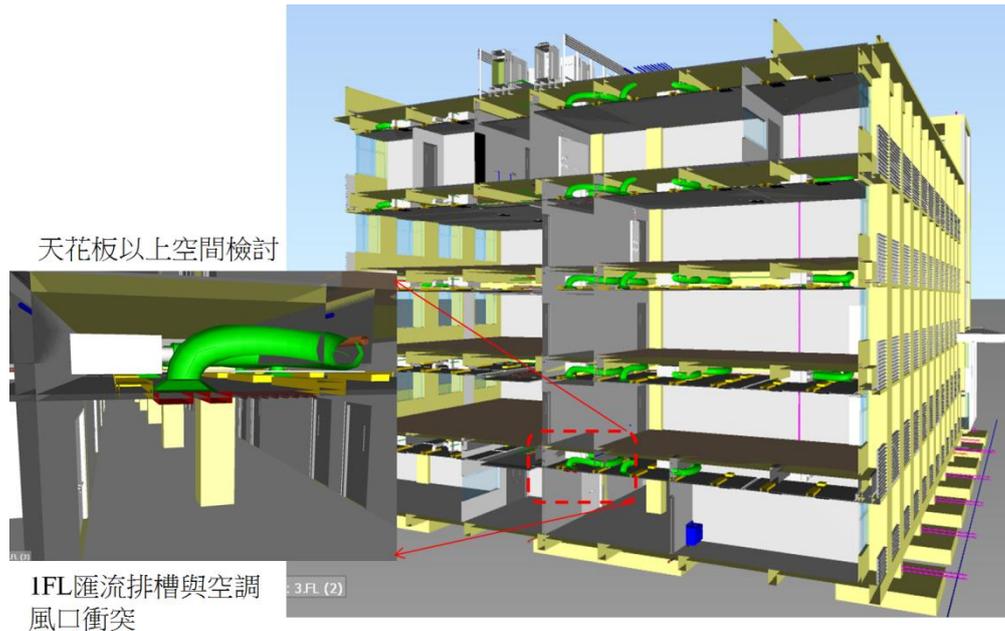


圖 3.28 統包商以 Navisworks 交付的整合模型(M8)檢討天花板以上的空間

圖 3.29 說明統包商採用的 BIM 資料夾，BIM 資料夾的存取權限由 BIM 經理掌控，各別建者者應依照合議擬定的 BEP 在一定的期限內將所需建置的模型完成，並負起建模品質的責任；BIM 經理要求建模者在一定時間將檔案複製後移入下一個階段的資料夾內，並將上一個階段的資料夾封存非經特別授權不再能存取。以本案例的統包商而言，可區分為細部設計和施工兩大階段，各階段內的「分工建模、協作設計」的資訊交換流程依照 BIM 指南之規定，在「工作中」、「共用」、「發佈」、及「歸檔」資料夾之間進行檔案複製移入的方式進行。統包案的設計與施工兩階段之間不必要像傳統(DBB)案切割明確，以求取最高的設計與施工間資訊傳遞效率，BIM 經理依據 BEP 的時程將設計階段在「共用」資料夾中整合完成的檔案轉成規定的格式移入「發佈」資料夾中，以供其它利害關係人瞭解並且使用 BIM 資訊，甚至應該由相關方得到回饋資訊來提昇設計的品質，在進入施工階段時，則將定案的設計資訊歸檔存查，也同時將檔案移入施工階段中的「工作中」資料夾，開始進行針對施工方式及相關搭配分包商的模型深化建置工作，再重覆「工作中」、「共用」、「發佈」、及「歸檔」四個資料夾之間的共通資訊環境(CDE)。

進入施工階段後有各種依施工方式設計檢討所需的建模需求及增值應用，意味者檔案將因資訊增加而變大，有時會超出軟硬體能方便處理的檔案大小，故在 BEP 中最有「BIM 模型拆分架構規定，以本案為例乃依基地整地、建構、

裝修、機電電力、機電給排水、機電空調等專業別拆分；並說明若有再拆分之需求時，可用區碼做縮小檔案大小的再拆分，例如用 B1(地下一層)、F1(地面一層)、F2(地面二層)等做垂直分區模型拆分，亦可用 20、40、60...等區碼做水平(多棟建築指分棟別)分區模型拆分。



圖 3.29 統包商交付的 BIM 模型資料夾及其中的檔案例

### 三、統包商應用 BIM 模型之方式及交付成果說明

理論上是針對應用需求來建置 BIM 模型中的資訊，國內實務經驗也常出現業主或 PCM 提出過度建模需求的抱怨，國外較佳實務經驗建議針對需求來建置 BIM 資訊，沒有必要在 BIM 模型中提供過多的資訊，過多或是不正確的資訊經常造成浪費甚至錯誤決策，因此 BEP 中的各專業模型的元件需求及建置規範做為基準，統包商在應用時可以有較多的彈性。基於國內有將 BIM 應用「列成工項且編列對應經費」而需逐一「驗收」的狀況，本教材依據文獻整理圖 2.11，區分兩類型交付項目，第一類是 BIM GfO 稱的模型交付項，另一類是展現 BIM

應用成果的交付項目，模型交付項是必要的項目，應用成果交付項目則會因個案的應用狀況而不同，本節說明統包商 BIM 應用成果的交付項目。

統包商同時掌握設計及施工的主導權，許多施工階段才會出現的資訊決策可以提早在設計階段決定，有效地提昇設計效率及品質，本案例在設計階段進行的三維協作整合應用說明例，如圖 3.30 所示，包括建議將地下室的污水管高程調降以避免穿梁，及調整供水提管的高程以符合揚水管不能在電管上方的規定；統包商可詳列各檢討情形，以期能在推動 BIM 的初期建立典範經驗，PCM 或業主則應適度審核這些 BIM 應用成果報告，加以統計分析，據以提出應用 BIM 的效益。

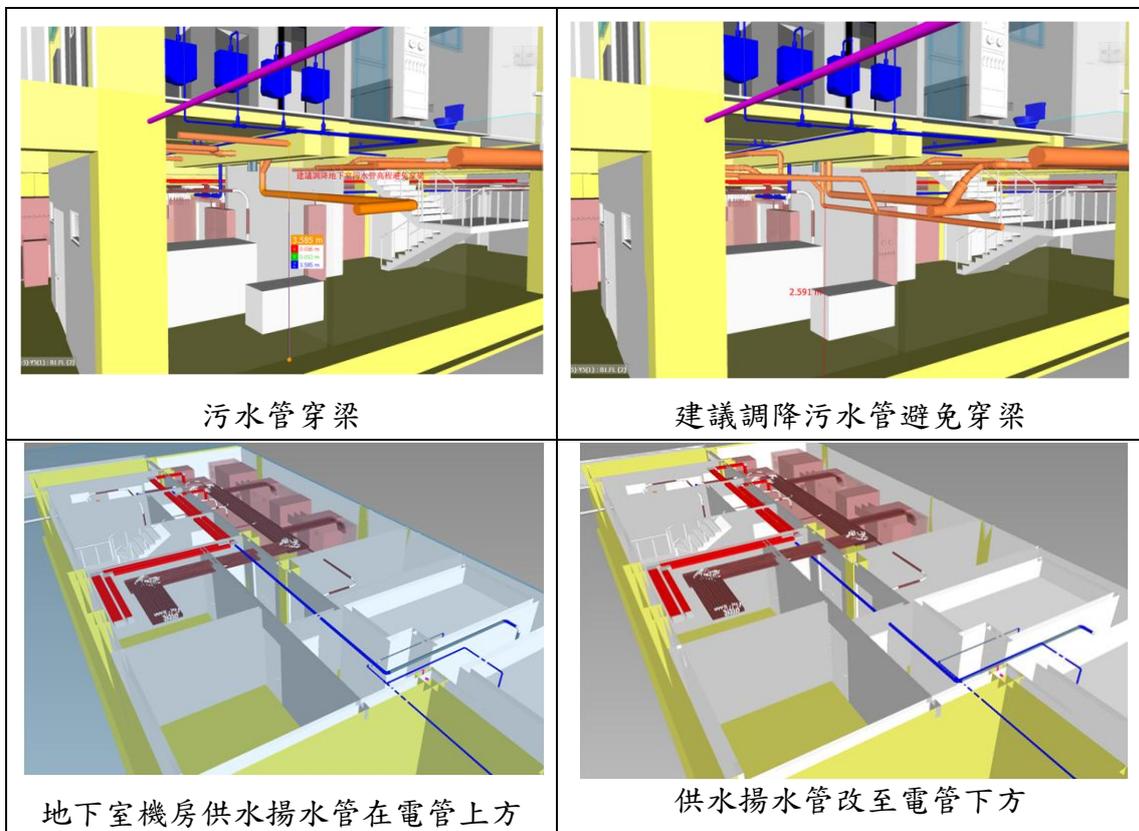
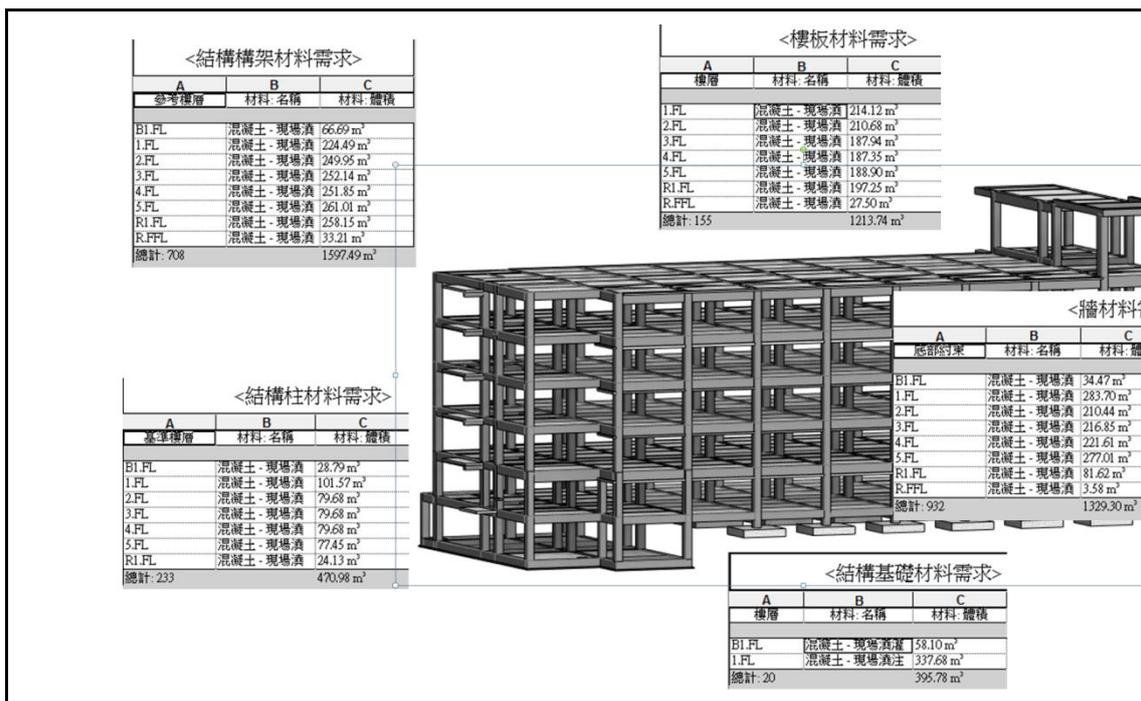
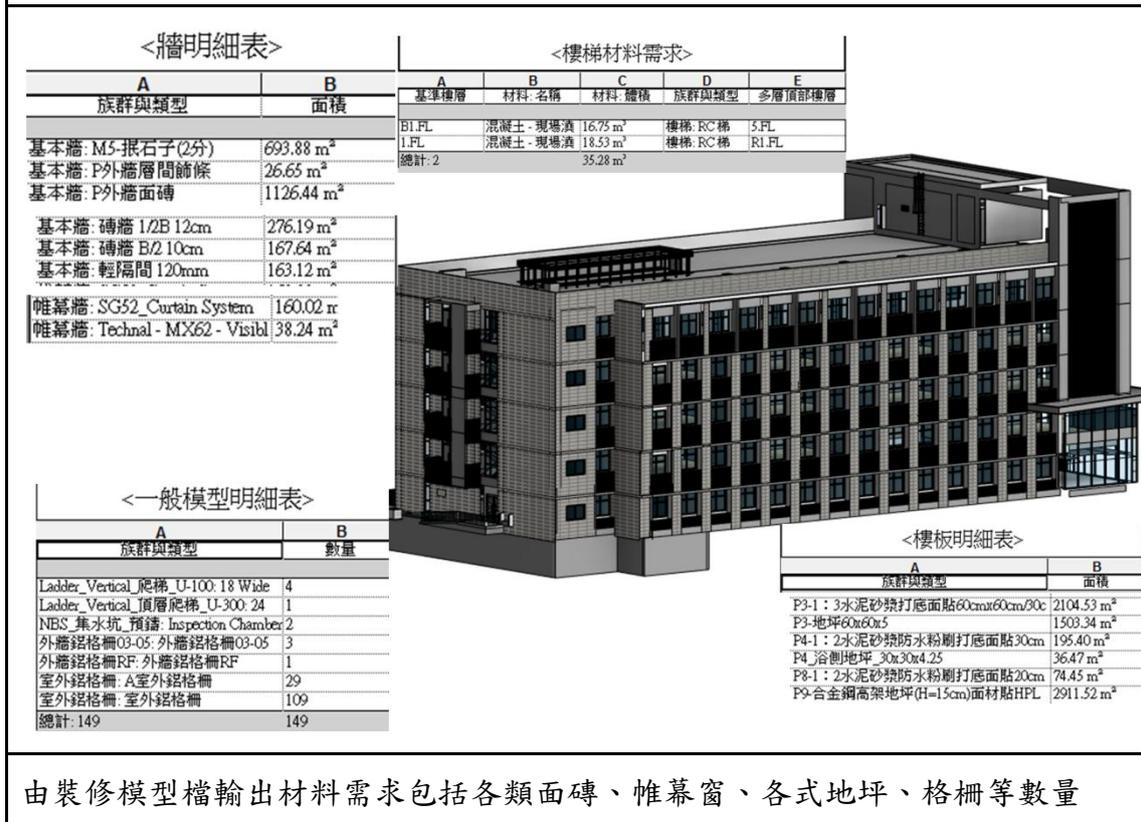


圖 3.30 統包商交付的 BIM 應用「E4 3D 整合協作」說明例

圖 3.31 則為應用 BIM 進行成本估算的成果說明例，這些材料的需求量直接由整合完成後的 Revit 檔輸出，由於建模分工時將兩座混凝土樓梯指定建在裝修模中，故數量輸出從裝修模輸出需求的混凝土數量。



由 RC 模型檔依樓層別輸出主結構體包括基礎、柱、梁、版、牆的混凝土需求數量



由裝修模型檔輸出材料需求包括各類面磚、帷幕窗、各式地坪、格柵等數量

圖 3.31 統包商交付的 BIM 應用「A1 成本估算」說明例

進入施工階段的第一項工作是依據現地測量成果進行基地模型的座標轉換，將原建模時的虛擬座標系統轉成工地的實際座標系統，經此轉換再搭配工地周圍的二個以上控制點位確認，即可將模型中的網格軸線(Line 線)交點座標輸出供柱位放樣使用，如圖 3.32 所示。這項工作也再次確保基地模型與現地狀況相符，用來覆核施工空間規劃，統包商應詳實紀錄這些作業的數據以提報包括測量精度在內的應用成果供參。

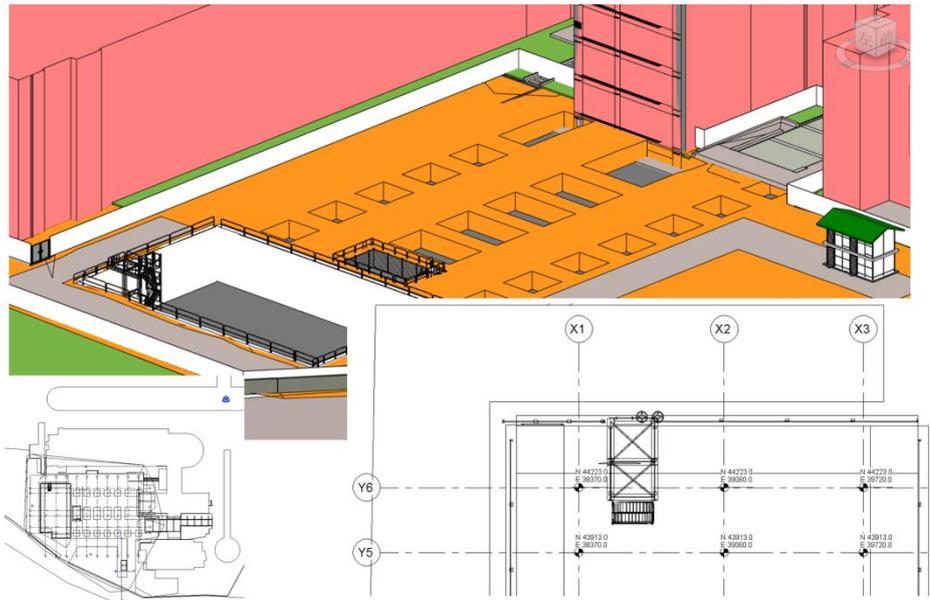


圖 3.32 統包商交付的 BIM 應用「A6 3D 控制與規劃」說明例

展現施工階段 BIM 工地空間規劃的模型如圖 3.33 所示，利用 BIM 模型統包商使用正確的基地空間資訊，並建置工務所、南面 6.0m 主動線大門、北面 4.0m 副動線入口門、洗車台、開挖出土、混凝土澆置、大型吊車吊裝等的元件，搭配源物資料的狀況，足以用來檢討各不同施工階段的空間需求，並用來在施工協調會中應用來做溝通整合，提昇施工決策的效率。圖 3.34 則為在施工階段的 BIM 時程管理與 4D 規劃。



圖 3.33 統包商交付的 BIM 應用「A4 工地利用規劃」說明例

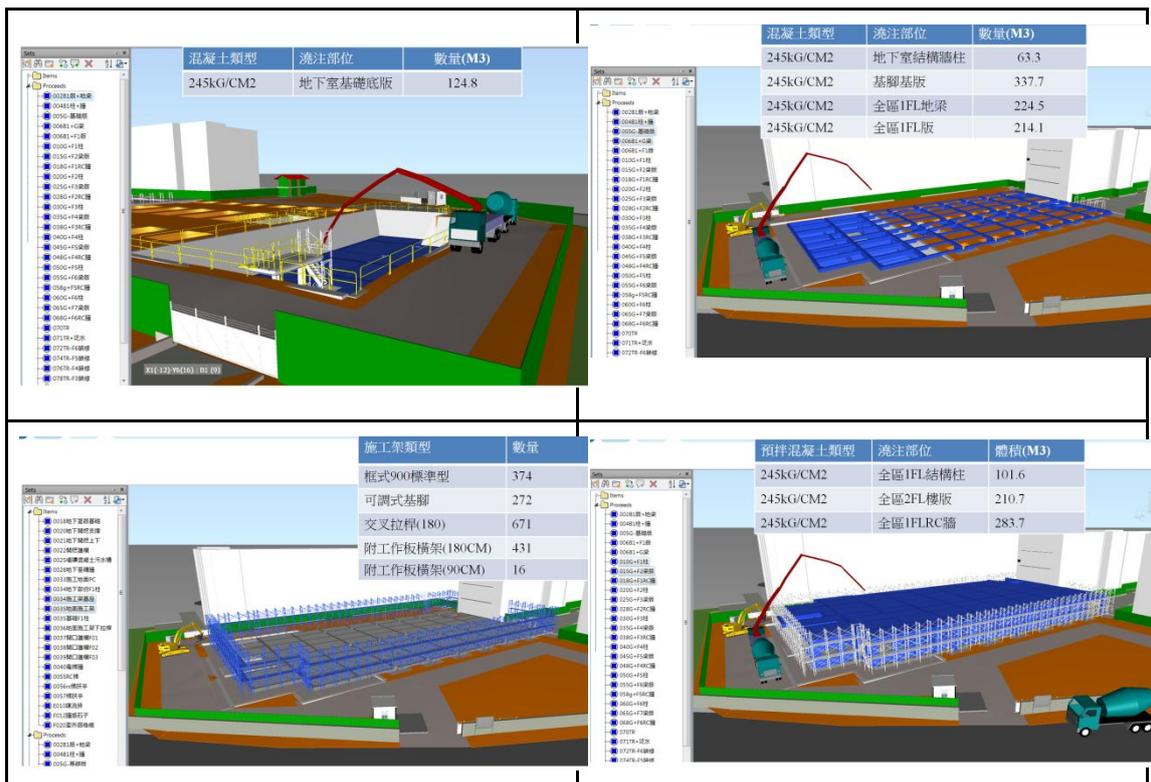


圖 3.34 統包商交付的 BIM 應用「A2 歷時規劃」說明例

在施工系統規劃的應用方面，統包商著重在勞工安全設施的應用方面，首先是事先規劃完整的結構體施工架設計，安排三處上下設備，並依照混凝土澆置的進度，預先設計開口防護的需求，提醒管理人員適時加裝缺口護欄使工安無缺口，如圖 3.35 所示；再來就是完善地下室開挖時的安全管理，如圖 3.36 所示。

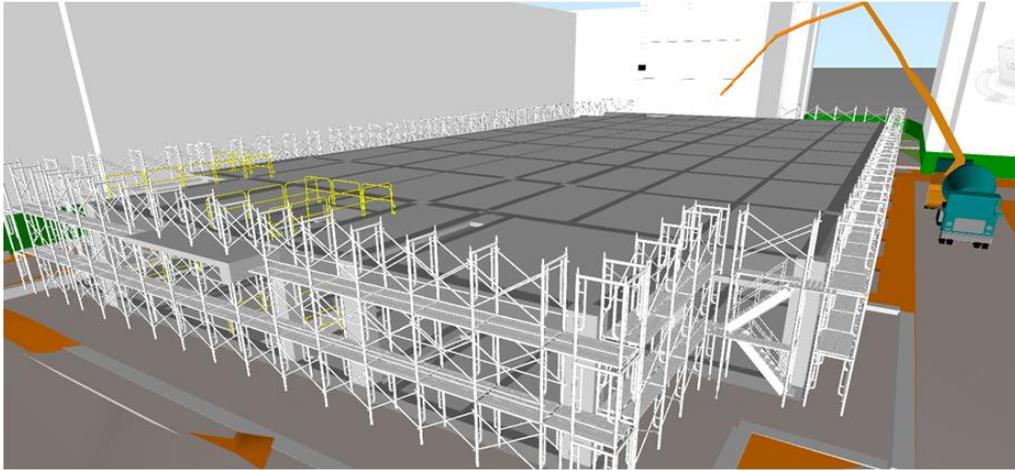
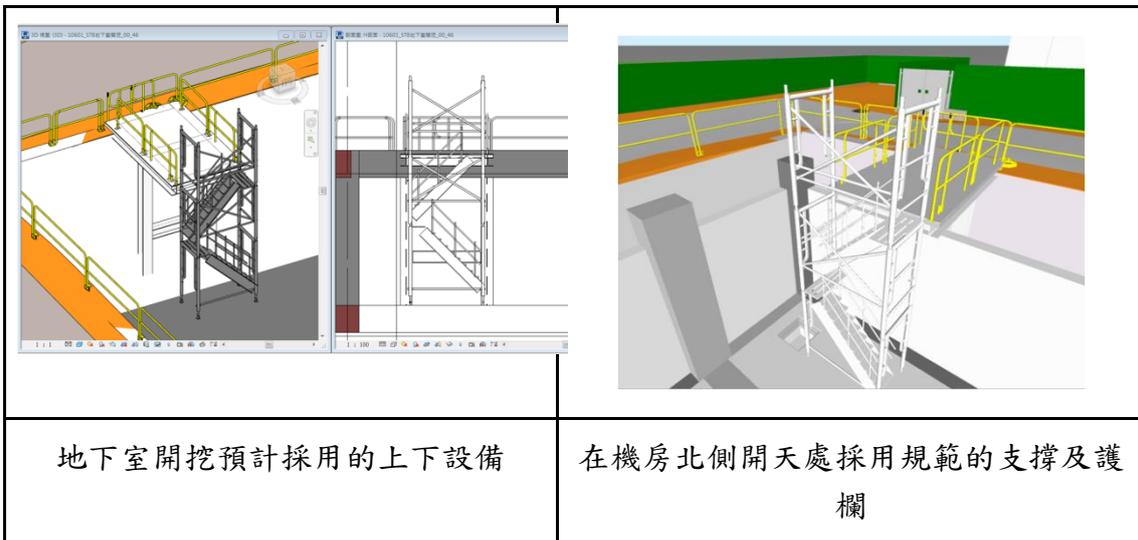


圖 3.35 統包商交付的 BIM 應用「A2 歷時規劃」說明例



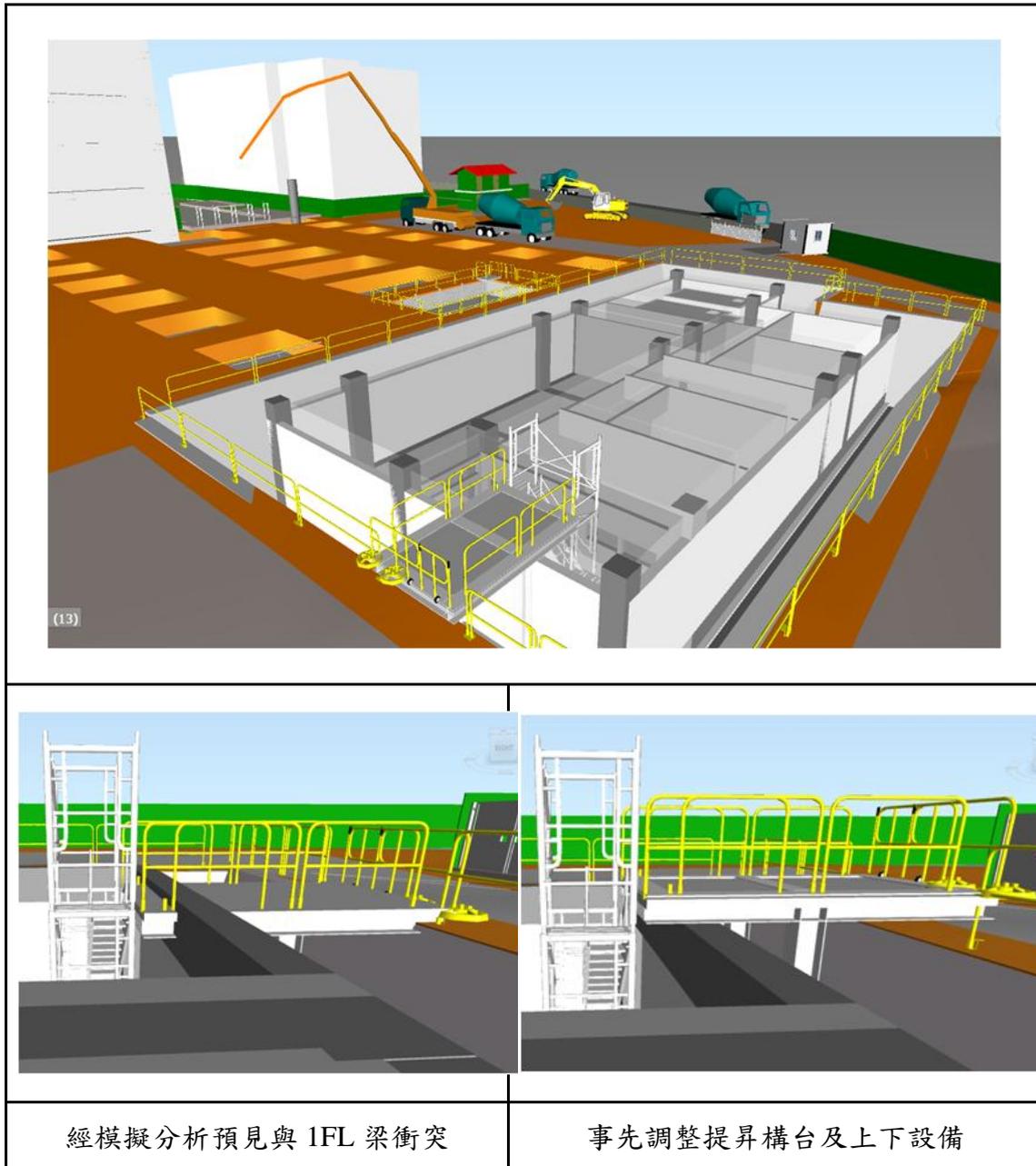


圖 3.36 統包商交付的 BIM 應用「A10 施工系統設計」工安設施說明例二

進入施工階段後，施工分包商陸續進入團隊，各專業元物件的規格甚至廠牌也逐一決定，可在正式施工前利用 BIM 模型進行資訊整合協助完善團隊的施工決策；例如統包商選定的帷幕分包商提供的資料，建置的北面梯間帷幕的施工模型，該公司已導入 BIM 並以英國 NBS National BIM Library 擬訂的「BIM 元件建模規範」做為基準，將該公司的產品逐一製作符合規範的 BIM 元件，如附錄十四所示；在帷幕分包商的協助下，團隊建立鋁玻璃帷幕的施工模型則如圖 3.37 所示，帷幕分包商在與團隊進行整合後，由於有正確的資訊及足夠的尺

寸精度，可以在正確的時機點進行數位製造及將產品運至工地進行精確安裝，也就是國外文獻上稱的「A5 數位製造」及「A6 3D 控制與規劃」兩種 BIM 應用。

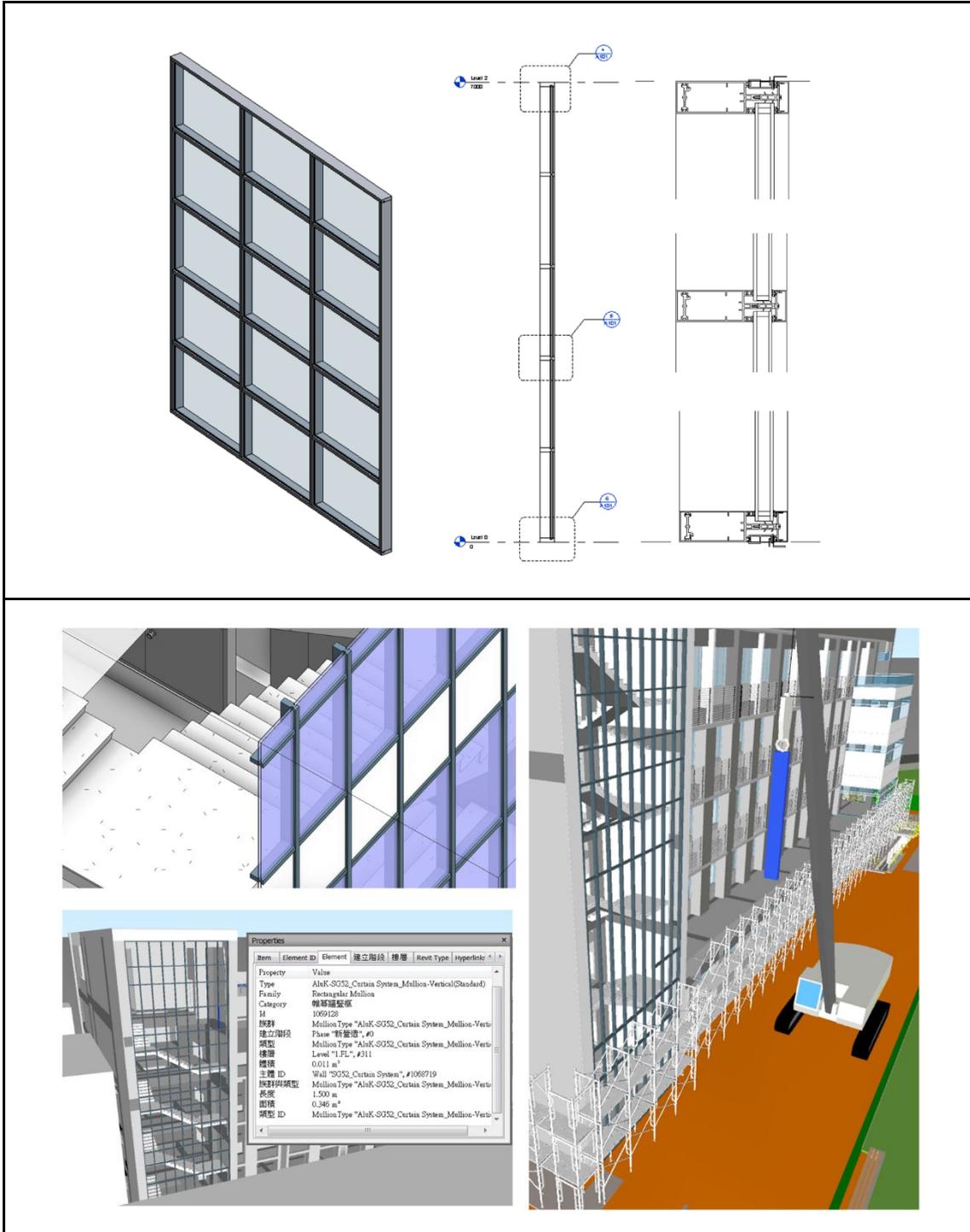


圖 3.37 統包商交付的 BIM 應用「A5 數位製造」在鋁玻璃帷幕生產及吊裝例

## 第四章 傳統設計/發包/採購專案之應用案例

本章說明建築工程採傳統設計/發包/施工方式執行時，應用 BIM 協同作業指南相關文件之方式，首先由建築師事務所、營造公司、及分包(供應)商導入 BIM 開始，再分設計階段及施工階段，示範說明合意擬定 BEP 的方式，重點在確保資訊建置流程、品質、和資訊應用方式，並逐一說明 BIM 工作的執行方式和各項交付成果。

### 第一節 建築師事務所及營造公司導入 BIM 案例

BIM 是營建產業的數位化工作，牽涉的範圍包括所有的利害關係人，主要的重點在於資訊的整合流通，因為營建專案的執行牽涉許多不同的公司，所以，愈多營建相關公司導入 BIM，則將使 BIM 的環境愈成熟，以 BIM 執行專案的效益愈高；專案團隊中若有成員的公司沒有導入 BIM，則將會減低部份 BIM 應用效益。本節依序說明建築師事務所、營造公司、及分包(供應)商導入 BIM 的案例。

#### 一、建築師事務所導入 BIM 案例

本研究依照 BIM 協同作業指南之應用說明，模擬 OOO 建築師事務所決定導入 BIM 之後，參考「TW-03 組織導入 BIM 執行要項」及「TW-07 建築師 BIM 基本建模指南」，再依 OOO 建築師事務所之需求套用，說明建築師事務所執行的組織導入 BIM 工作，依序說明如下：

- (一)獲得領導階層支持：由 OOO 事務所負責人任召集人，組成「BIM 委員會」，如表 4.1 所示。

表 4.1 建築師事務所 BIM 委員會成員的角色與責任

姓名及職稱	角色與責任
OOO(事務所負責人)	(1)主任委員，主持 BIM 委員會，主導 BIM 導入 (2)管理導入計畫 (3)提供導入 BIM 所需的資源
OOO 資深建築師	(1)在事務所主要商業流程中確認 BIM 的機會 (2)評估導入成果 (3)將 BIM 納入公司的主要商業流程中
OOO 專案建築師	(1)擬訂並且更新公司的 BIM 標準

姓名及職稱	角色與責任
	(2)確認採用適切的 BIM 技術/軟體 (3)制定 BIM 訓練計畫 (4)辦理 BIM 實務經驗分享工作坊 (5)新技術及流程作法的試作及評估
OOO 專案經理	(1)提出且執行 BIM 導入示範專案 (2)提供試辦 BIM 專案團隊所需的輔導 (3)強化成功經驗以製做示範案例
OOO 土建工程師 OOO 設備工程師	(1)組織內主要的 BIM 人力資源 (2)在專案中應用 BIM 進行工程管理 (3)提出關係人對 BIM 的需求及應用經驗回饋
OOO 繪圖員 A	(1)組織內主要的 BIM 人力資源 (2)在專案中應用 BIM 進行工程管理 (3)協助 BIM 委員會之庶務相關工作
OOO 繪圖員 B	

(二)規劃：由「BIM 委員會」擬定之「OOO 建築師事務所導入 BIM 計畫」如附錄十所示；明定「以 BIM 提昇建築專案之設計及監造品質」為願景，初期目標要在先導專案中具有基本 BIM 能力，中期目標則為事務所內 50% 的專案採用 BIM 技術設計，先導團隊採用 BIM 技術且執行 4D 施工模擬；長期目標為所有專案採用 BIM 技術且執行 4D 施工模擬，先導專案具 5D BIM 能力，個別專案有創意地採用 BIM 技術。導入之概念如圖 4.1 所示。

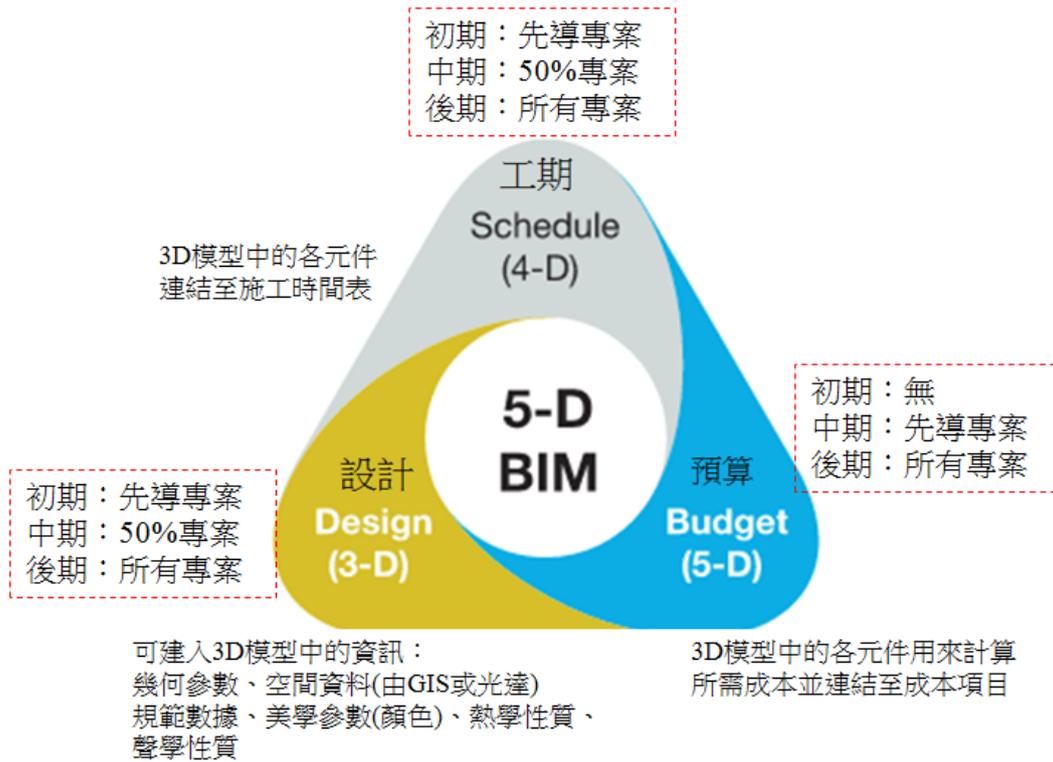


圖 4.1 建築師事務所導入 5D BIM 之概念示意圖

(三)資訊：(1)定義 BIM 標準，(2)明確定義 BIM 品保查核，(3)明確定義 BIM 資訊管理。前兩項資訊標準預計將由專案管理顧問協助擬定(附錄八 PCM\_BEP 之 J6)，並且在工程五館 B 棟增建工程的 BIM 應用中加以驗證精進；第三項資訊管理與本校既有的系統要能連結協作，經本校 BIM 委員會與相關系統供應商研討後，現階段暫以標準化的 BIM 專案資料夾層級架構為基準，如圖 4.2 所示，以利於以檔案進行有效管理，日後再依據本校即將整合完成的資產管理系統需求修訂。



圖 4.2 10601 案 BIM 專案資料夾層級

(四)流程：一般建築專案之各階段的 BIM 模型資訊與流程如圖 4.3 所示。表 4.2 則為一般建築師事務所在各階段應建置的 BIM 模型資訊範例。

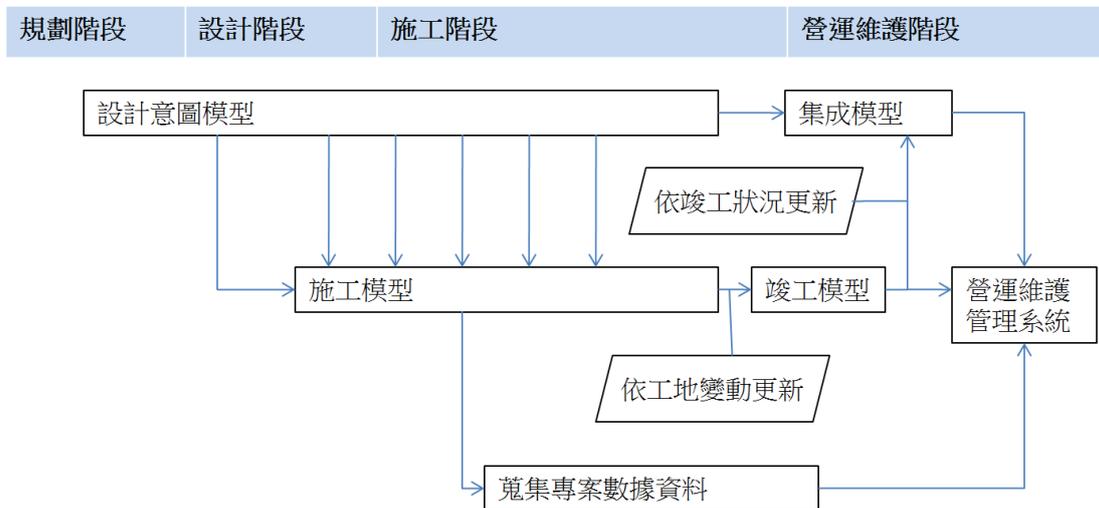


圖 4.3 建築師事務所 BIM 專案生命週期的模型資訊需求與流程

表 4.2 建築師事務所在專案各階段的 BIM 應用及建議交付的資訊

專案階段別	BIM 應用*	建議交付
競圖階段	E1, E2, E3, E4, E5 A1, A2, A3, A7, A8, A9	(1)競標 BIM 模型； (2)輔助成本估算之資訊； (3)工地規劃(資源規劃)。
設計階段	E1, E2, E3, E4, E5 A1, A2, A3, A7, A8, A9	(1)設計定案模型； (2)設計模型整合及最佳化成果報告； (3)以設計模型輔助輸出發包文件； (4)以模型建置的施工進度規劃。
監造階段	E1, E2, E3, E4 A1, A2, A4, A5, A6, A10	(1)施工整合報告； (2)製造圖及模型審核報告； (3)複雜工項之工易性排序審核報告； (4)工地空間規劃確認報告； (5)預製/鑄資訊審核報告； (6)竣工模型審核報告。
竣工移交階段	E5	集成模型

\*：BIM 應用參照 BIM GfO 之定義

(五)人員及能力：以「TW-02 BIM 協同作業指南」的個人 BIM 能力圖 (Competency Map)對照公司現有的人力，即可對比分析需要進行的人員訓練，表 4.3 為人員訓練計畫範例。

表 4.3 建築師事務所人員 BIM 訓練計畫表

訓練方案	受訓人員	受訓人數	時間	訓練提供單位
BIM 概念	資深管理人員	5	2017 年 11 月	內訓
BIM 建模(1)	前導專案工程師及繪圖員	5	2017 年 11 月	外訓
BIM 管理	專案經理及工程師	4	2017 年 11 月	內訓
BIM 建模(2)	工程師及繪圖員	10	2018 年 7 月	內訓
BIM 模型整合應用	專案經理及工程師	10	2019 年 1 月	外訓

(六)客戶參與：完整 BIM 專案的要義在於與營建相關的多重專業公司之間的溝通協調、團結合作共享資訊，這些協同作業程序明確地寫在 BIM 執行計畫(BIM Execution Plan, BEP)中，所以，瞭解並且參與 BEP 的制定是任何公司導入 BIM 的重要項目，建議參照「TW-04BIM 執行計畫(BEP)制定要項」。

(七)成果展現：建議定期檢核事務所導入 BIM 的成果，並且根據導入成果的狀況適時修正導入計畫，以確保導入計畫能順利完成。一般以關鍵績效指標(Key Performance Indix, KPI)檢核導入的成果，下列各項為 KPI 範例。

- 1.組織內用 BIM 執行的專案的百分比；
- 2.參與 BIM 導入的專案夥伴百分比；
- 3.專案採用 BIM 的階段範圍；
- 4.用 BIM 提供新式增值服務的件數；
- 5.BIM 交付成果的準確度；
- 6.專案延時百分比及專案超支百分比；
- 7.領導階層介入深度、導入計畫規劃成果等。

## 二、營造公司導入 BIM 案例

本研究依照 BIM 協同作業指南之應用說明，模擬 OO 營造公司決定導入 BIM 之後，參考「TW-03 組織導入 BIM 執行要項」及「TW-10 承包商 BIM 基本建模指南」，再依 OO 營造公司之需求套用，說明營造公司執行的組織導入 BIM 工作，依序說明如下：

(一)獲得領導階層支持：OO 營造公司的「BIM 導入計畫」已獲本公司總經理承諾並且積極參與，總經理解且認同本公司導入 BIM 的意圖，將定時監督並且帶領本公司朝導入 BIM 的目標邁進。由總經理任召集人，組成「BIM 委員會」，如表 4.4 所示。

表 4.4 營造公司 BIM 委員會成員的角色與責任

姓名及職稱	角色與責任
OOO 總經理	(1)主任委員，主持 BIM 委員會，主導 BIM 導入 (2)管理導入計畫 (3)提供導入 BIM 所需的資源
OOO 副總經理	(1)在組織主要商業流程中確認 BIM 的機會 (2)評估導入成果
OOO 協理(管理部)	(1)將 BIM 納入公司的主要商業流程中 (2)擬訂並且更新公司的 BIM 標準 (3)確認採用適切的 BIM 技術/軟體 (4)制定公司 BIM 導入計畫 (5)制定 BIM 訓練計畫 (6)新技術及流程作法的試作及評估
OOO 協理(規劃部)	
OOO 協理(工務部)	(1)提出且執行 BIM 導入示範專案 (2)提供試辦 BIM 專案團隊所需的輔導 (3)強化成功經驗以製做示範案例
OOO 經理(工務部)	(1)組織內主要的 BIM 人力資源 (2)BIM 相關軟體應用及操作 (3)在專案中應用 BIM 進行工程管理 (4)提出工地對 BIM 的需求及應用經驗回饋 (5)辦理 BIM 實務經驗分享工作坊
OOO 所長(工務部)	
OOO 主任(工務部)	
OOO 組長(工務部)	
OOO 組員(工務部)	(1)組織內主要的 BIM 人力資源 (2)BIM 相關軟體應用及操作 (3)協助 BIM 委員會之庶務相關工作
OOO 組員(管理部)	

(二)規劃：由「BIM 委員會」擬定之「OO 營造公司導入 BIM 計畫」如附錄十一所示；明定「以 BIM 提昇競爭力」為願景，採用 BIM 的數值模擬功能以強化我們的施工管理效益，以提供更多加值服務，讓公司的利害關係人能依據量化的模擬成果做完美的決策。我們宣示在 2020 年開始，本公司所有的施工專案都採用 BIM。在以 BIM 提昇競爭力的願景下制訂 BIM 目標，並將該目標具體化為 BIM 目的，以符合明確、可量測、且可在指定的時間內達成。OO 營造公司的 BIM 目標如表 4.5 所示。

表 4.5 營造公司的 BIM 目標及預計達成時間

BIM 目標	具體的 BIM 應用	關鍵成效指標(KPI)	預計達成時間
採用 BIM 的數值模擬功能提昇 OO 營造的工程管理效益	本公司所有的施工專案都採用 BIM 平台做工程管理	短期： 先導團隊具有基本 BIM 能力 中期： (1)公司內 50%的專案採用基本 BIM (2)先導團隊具有進階 BIM 能力 長期： (1)所有專案都採用基本 BIM (2)個別專案有創意地採用 BIM 技術	2018 年第 1 季  2019 年第 2 季  2019 年第 4 季

(三)資訊：(1)定義 BIM 標準,(2)明確定義 BIM 品保查核，(3)明確定義 BIM 資訊管理。前兩項資訊標準預計將參照「TW-02 BIM 協同作業指南」，在 BIM 的資訊管理方面，現階段暫以標準化的 BIM 專案資料夾層級架構為基準(同圖 4.2)，以利於以檔案進行有效管理，配以良好的施工相關 BIM 元件資料庫管理如圖 4.4 所示。

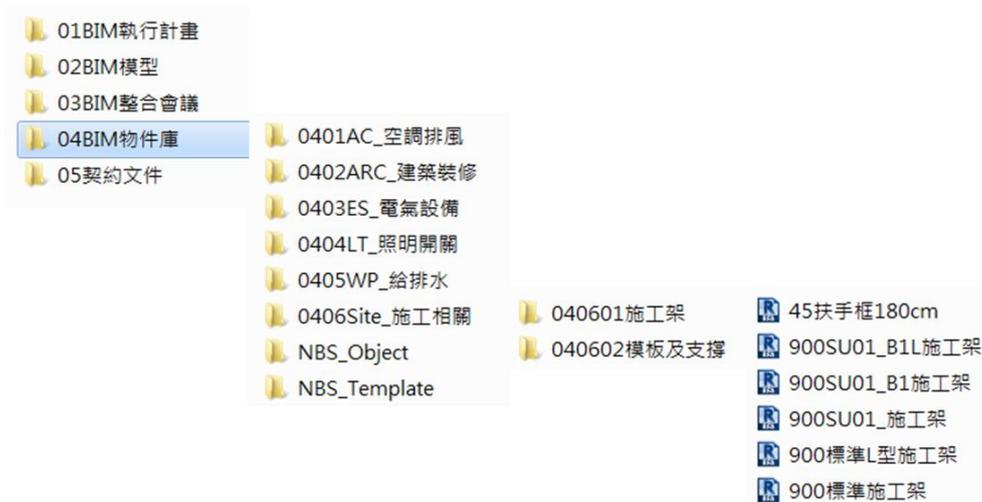


圖 4.4 營造公司準備的 BIM 物件庫資料夾規劃

(四)流程：營造公司興建專案之各階段的 BIM 模型資訊與流程亦同圖 4.3 所示。表 4.6 則為一般建築師事務所在各階段應建置的 BIM 模型資訊範例。

表 4.6 營造公司在專案各階段的 BIM 應用及建議交付的資訊

專案階段別	BIM 應用*	建議交付
投標階段	E1, E2, E3, E4 A1, A2, A4	(1)競標 BIM 模型； (2)輔助成本估算之資訊； (3)工地規劃(資源規劃)。
施工準備階段	E1, E2, E3, E4 A2, A4	(1)檢討設計模型； (2)以模型建置的施工進度規劃。
施工階段	E1, E2, E3, E4 A1, A2, A4, A5, A6, A10	(1)施工整合報告； (2)製造圖及模型； (3)複雜工項之工易性排序； (4)工地空間規劃確認； (5)預製/鑄資訊； (6)竣工模型。

\*：BIM 應用參照 BIM GfO 之定義

(五)人員及能力：以「TW-02 BIM 協同作業指南」的個人 BIM 能力圖 (Competency Map)對照公司現有的人力，即可對比分析需要進行的人員訓練，表 4.7 為人員訓練計畫。

表 4.7 營造公司人員 BIM 訓練計畫表

訓練方案	受訓人員	受訓人數	時間	訓練提供單位
BIM 概念	資深管理人員	5	2017 年 11 月	內訓
BIM 建模(1)	前導工地內外業工程師	5	2017 年 11 月	外訓
BIM 管理(1)	前導工地主任及人員	4	2017 年 11 月	內訓
BIM 建模(2)	內業工程師	10	2018 年 3 月	外訓
BIM 管理(2)	工地主任	10	2018 年 3 月	內訓
BIM 模型整合	外業工程師	10	2018 年 7 月	外訓

訓練方案	受訓人員	受訓人數	時間	訓練提供單位
應用				

(六)客戶參與：完整 BIM 專案的要義在於與營建相關的多重專業公司之間的溝通協調、團結合作共享資訊，這些協同作業程序明確地寫在 BIM 執行計畫(BIM Execution Plan, BEP)中，所以，瞭解並且參與 BEP 的制定是任何公司導入 BIM 的重要項目，建議參照「TW-04BIM 執行計畫(BEP)制定要項」制定 BEP。

(七)成果展現：建議定期檢核事務所導入 BIM 的成果，並且根據導入成果的狀況適時修正導入計畫，以確保導入計畫能順利完成。一般以關鍵績效指標(Key Performance Indix, KPI)檢核導入的成果。

### 三、分包(供應商)商導入 BIM 案例

本研究依照 BIM 協同作業指南之應用說明，模擬 OO 營造公司決定導入 BIM 之後，參考「TW-03 組織導入 BIM 執行要項」及「TW-10 承包商 BIM 基本建模指南」，再依 OO 公司之需求套用，說明分包供應商執行的組織導入 BIM 工作，依序說明如下：

(一)獲得領導階層支持：OO 公司的「BIM 導入計畫」已獲本公司總經理承諾並且積極參與，總經理解且認同本公司導入 BIM 的意圖，將定時監督並且帶領本公司朝導入 BIM 的目標邁進。由總經理任召集人，組成「BIM 委員會」，如表 4.8 所示。

表 4.8 公司 BIM 委員會成員的角色與責任

姓名及職稱	角色與責任
OOO 總經理	(1)主任委員，主持 BIM 委員會，主導 BIM 導入 (2)管理導入計畫 (3)提供導入 BIM 所需的資源
OOO 副總經理	(1)在組織主要商業流程中確認 BIM 的機會 (2)評估導入成果 (3)將 BIM 納入公司的主要商業流程中
OOO 業務經理	(1)擬訂並且更新公司的 BIM 標準 (2)確認採用適切的 BIM 技術/軟體

姓名及職稱	角色與責任
	(3)制定 BIM 訓練計畫 (4)辦理 BIM 實務經驗分享工作坊 (5)新技術及流程作法的試作及評估
OOO 工務經理 OOO 廠長	(1)提出且執行 BIM 導入示範專案 (2)提供試辦 BIM 專案團隊所需的輔導 (3)強化成功經驗以製做示範案例
OOO 設計組長	(1)組織內主要的 BIM 人力資源 (2)在專案中應用 BIM 進行工程管理
OOO 生產組長	(3)提出工地對 BIM 的需求及應用經驗回饋
OOO 生產工程員	(1)組織內主要的 BIM 人力資源 (2)在專案中應用 BIM 進行工程管理
OOO 安裝工程員	(3)提出工地對 BIM 的需求及應用經驗回饋 (4)協助 BIM 委員會之庶務相關工作

(二)規劃：由「BIM 委員會」擬定之「OO 公司導入 BIM 計畫」如附錄十一所示；明定「以 BIM 技術為起點擴增產品的市佔率，參與設計並邁向工業 4.0 的智慧製造」為目標，採用 BIM 的數值模擬功能以強化本公司的工業自動化製程管理效益，初期將產品的 BIM 模型上網供免費下載以期擴增產品市占率，中期參與個別專案的帷幕相關產品設計，以提昇公司的 BIM 能力，長期則提供客戶更多客製化專業服務邁向智慧製造。我們宣示在 2018 年開始，本公司主要產品將有 BIM 模型供客戶自由下載，2020 年將所有產品的 BIM 模型供客戶自由下載且開始參與個別專案之帷幕產品設計，2022 年啟動工業 4.0 智慧製造。該目標具體化為 BIM 應用，以符合明確、可量測、且可在指定的時間內達成。OO 公司的 BIM 目標如表 4.9 所示。

表 4.9 公司的 BIM 目標及預計達成時間

BIM 目標	具體的 BIM 應用	關鍵成效指標(KPI)	預計達成時間
採用 BIM 的數值模擬功能邁向工業 4.0 的智慧製造	本公司有的產品都提供 BIM 資訊且具線上協同設計訂製能力	短期： 主要產品提供 BIM 模型供下載 中期： (1)所有產品提供 BIM 模型供下載 (2)主要產品具有協同設計整合 BIM 能力 長期： (1)所有產品具有協同設計整合 BIM 能力 (2)啟動工業 4.0 智慧製造	2018 年第 1 季  2020 年第 2 季  2022 年第 4 季

(三)資訊：(1)定義 BIM 標準，(2)明確定義 BIM 品保查核，(3)明確定義 BIM 資訊管理。本公司的 BIM 標準主要是指「BIM 元件建模標準」。本公司將以英國 NBS National BIM Library 擬訂的「BIM 元件建模規範」做為基準，將本公司的產品逐一製作符合規範的 BIM 元件。(相關資料亦可參照內政部建築研究所於民國 104 年 12 月發佈之成果報告「國內 BIM 元件通用格式與建置規範研究成果報告」。本公司(ALUK)主要產品有：玻璃帷幕系統、住家門窗、店面帷幕、陽臺格柵、採光罩等。製成產品 BIM 元件的範例如圖 4.5 所示。

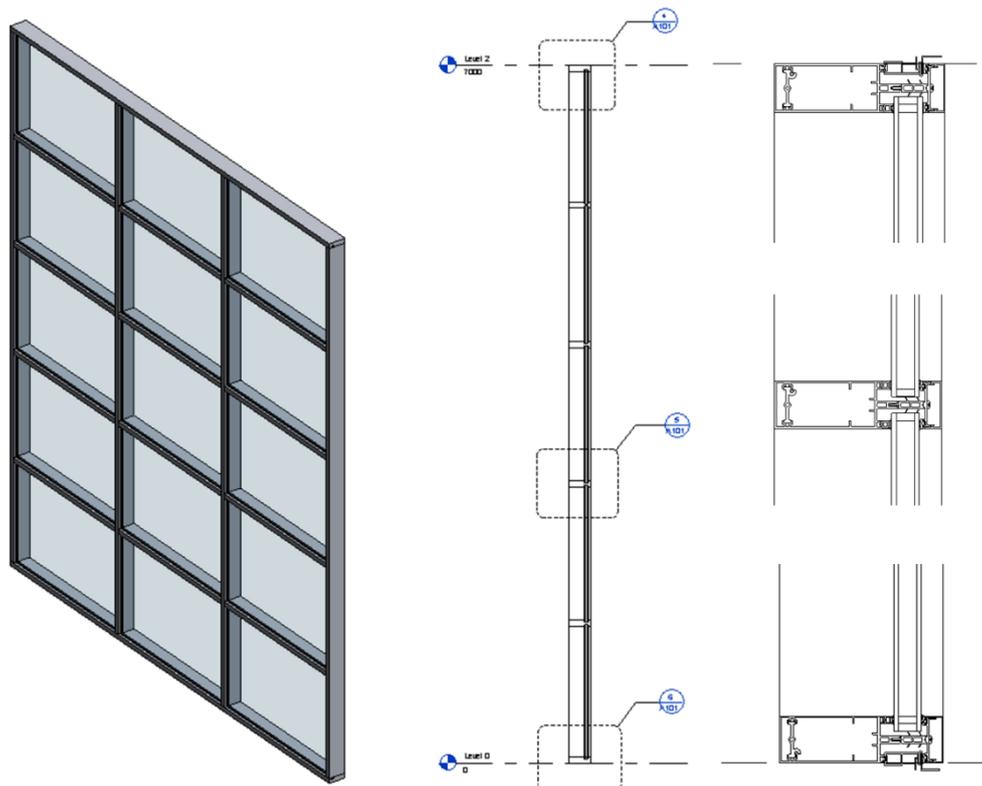


圖 4.5 公司產品的 BIM 元件建置範例

本公司產品 BIM 元件的品質保證部份，則採取下列三項重點檢核：

- (1)模型確認(視覺檢核)：確保模型建置符合 BIM 標準所規定的方法；
- (2)屬性資料確認(採用標準物件)：確保物件附帶的資料正確；
- (3)連結本公司網址：以供使用者查詢。

本公司的產品 BIM 元件資訊管理部份，目前暫以檔案型式進行管理，表 4.10 為暫訂的元件檔命名規則。

表 4.10 公司產品 BIM 元件檔案命名規則

元件標準代碼			公司碼				自訂元件中文名	
N	B	S	-	A	B	C	-	定製鋁帷幕方立框雙層玻璃嵌人
N	B	S	-	A	B	C	-	陽台鋁方框格柵
A	R	B	-	A	B	C	-	鋁帷幕方立框雙層玻璃嵌人
A	R	B	-	A	B	C	-	玻璃帷幕窗

(四)流程:依據一般建築興建專案之各階段的 BIM 模型資訊與流程(圖 4.3)，本公司將製作完的產品 BIM 元件檔公佈在公司網站，無償供各階段的需用者自由下載使用。

(五)人員及能力：本公司近期需要的 BIM 能力是建置符合規範之產品 BIM 元件的能力，產品 BIM 元件的好用與否與參數化的程度相關，故，對照公司現有的人力，即可對比分析需要進行的人員訓練，表 4.11 為人員訓練計畫範例。

表 4.11 公司人員 BIM 訓練計畫表

訓練方案	受訓人員	受訓人數	時間	訓練提供單位
BIM 概念	主管及技術人員	8	2017 年 11 月	外訓
BIM 建模	設計及生產技術人員	5	2017 年 11 月	外訓
BIM 建模(2)	設計人員	2	2017 年 11 月	內訓
BIM 數位製造應用	設計及生產技術人員	3	2018 年 7 月	內訓

(六)客戶參與:完整 BIM 專案的要義在於與營建相關的多重專業公司之間的溝通協調、團結合作共享資訊，這些協同作業程序明確地寫在 BIM 執行計畫(BIM Execution Plan, BEP)中，所以，瞭解並且參與 BEP 的制定是任何公司導入 BIM 的重要項目，建議參照「TW-04BIM 執行計畫(BEP)制定要項」制定 BEP。

(七)成果展現：建議定期檢核事務所導入 BIM 的成果，並且根據導入成果的狀況適時修正導入計畫，以確保導入計畫能順利完成。一般以關鍵績效指標(Key Performance Index, KPI)檢核導入的成果。

## 第二節 DBB 專案設計階段執行 BIM 方式說明

依照 BIM 協同作業指南建議之應用流程(圖 2.17)及本教材案例之流程(圖 2.21)，在 PCM 協助業主完成基本設計，並決定 BIM 應用需求，再估算 BIM 費用後，則依 BIM 協同作業指南提供的「TW-00-1 公共工程技術服務契約範本(BIM 工作條款，適用於建築工程)」及「TW-01 營建專案之 BIM 特定條款」兩份文件，

進行本案細部設計建築師的徵選發包工作。BIM 協同作業指南的 TW-01 文件(本節稱為 BIM 特定條款)，本研究認為可以直接採用，但 TW-00-1 文件(本節稱為專案主契約)有必要針對專案之特性進行修改；表 4.12 為本研究列出的專案主契約中與 BIM 相關的條款，該表的第三欄則是依本專案特性修改後的條文。

表 4.12 公司人員 BIM 訓練計畫表

與 BIM 相關之條款	原 TW-00-1 所列條文	本應用案例教材建議修改後條文
技術服務第一條一之(六)	引入特定條款及 BIM 指南兩文件	暫不修改
技術服務第一條三之(九)	勾選 2D 圖說及 BIM 模型資訊不一致時之優先	暫不修改
技術服務，第二條附件四	<p>一、執行本案 BIM (Building Information Modeling)工作。包括(依需求勾選)：</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> 簽約後編製 BIM 工作執行計畫書。</li> <li><input type="checkbox"/> 規劃階段階段提送規劃階段 BIM 模型及報告書。</li> <li><input type="checkbox"/> 基本設計階段提送基本設計 BIM 模型及報告書。</li> <li><input type="checkbox"/> 細部設計階段提送細部設計 BIM 模型及報告書。</li> <li><input type="checkbox"/> 監造階段提送監造 BIM 模型及報告書。</li> <li><input type="checkbox"/> 竣工時協助業主核定施工廠商之竣工 BIM 模型並提送核定報告書。</li> </ul>	<p>依照擬定之 BIM 執行計畫，整合設計、施工之介面協調。至少執行以下五項必要 BIM 工作：</p> <p>E1 基地現況建模 E2 設計表達 E3 設計成果審核 E4 3D 整合協作 E5 集成模型</p> <p>及下列勾選的選擇性增值 BIM 應用工作：</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> A1 成本估算</li> <li><input type="checkbox"/> A2 歷時規劃</li> <li><input type="checkbox"/> A3 基地分析</li> <li><input type="checkbox"/> A7 工程分析</li> <li><input type="checkbox"/> A8 永續性分析</li> <li><input type="checkbox"/> A9 法規檢討</li> </ul>
技術服務第三條一之(六)、二之(一)、(二)之 1	列 BIM 工作費，勾選固定費用或建造費用%，並填寫金額或百分比	暫不修改
技術服務第三條(三)	增列(三)BIM 服務工作的履約期限	刪除，BIM 工作就是技術服務工作，不需另定履約期限
技術服務第 5 條附件一(二)	增列 BIM 服務費之給付	刪除。BIM 服務費為鼓勵獎助性質，依相關規定支付。
技術服務第十	勾選 BIM 成果之智財權	刪除。BIM 特定條款第六條已有

與 BIM 相關之條款	原 TW-00-1 所列條文	本應用案例教材建議修改後條文
四條(三)		相關規定

由表 4.12 可知主要的差異是在 BIM 工作內容、BIM 費用的給付條件、及 BIM 相關智慧財產權的規定，分別說明如下：

- 一、主契約中的 BIM 工作內容：原 TW-00-1 範本建議將 BIM 工作內容增列在工程技術服務約範本第二條的附件四中。本研究認為列出待勾選工作項目不夠明確，建議將基本的 BIM 工作項目明確列出，並列出因專案需求不同的可勾選的加值應用項目。
- 二、BIM 費用的給付條件：增列 BIM 費用為鼓勵獎助性質，原 TW-00-1 範本建議此項費用之給付條件為交付各階段 BIM 成果時，分期的狀況也搭配施工實體的進度，考量也很完善；但此種規定，很容易將 BIM 工作「獨立」出來，付款後有已支付驗收完成的形式上宣式，不利於持續性的 BIM 資訊更新與應用。本研究建議亦可不需載明 BIM 費用的支付方式，依相關規定(例如施工綱要規範之 1060A)於驗收合格後支付。
- 三、BIM 相關智慧財產權：由於與 BIM 相關的智慧財產權已明確列在 BIM 條款之第六條中，本研究建議依 BIM 特定條款之規定即可。

原 TW-00-1 範本增列在工程技術服務約範本第二條附件四中可勾選的內容有(1)簽約後編製 BIM 工作執行計畫書，(2)規劃階段階段提送規劃階段 BIM 模型及報告書，(3)基本設計階段提送基本設計 BIM 模型及報告書，(4)細部設計階段提送細部設計 BIM 模型及報告書，(5)監造階段提送監造 BIM 模型及報告書，(6)竣工時協助業主核定施工廠商之竣工 BIM 模型並提送核定報告書。共六項。文義上較接近一般認定的交付項目，而不是 BIM 應用需求或是 BIM 目的；雖然在專案主契約中沒有其它的條文來說明專案的 BIM 需求，但 BIM 協同作業指南的成果報告不斷強調應用該指南附錄 A(TW-02A)表 A-1 中列出的「BIM 協同作業指南之各階段應用目的與交付成果對照表」，因此，有些專案在引用 BIM 協同作業指南時，會將該表內容列做契約附件中，故雖有本研究所稱的主契約中 BIM 需求不明確的疑慮，在實務執行面上仍不成問題。

在本教材模擬的國立中央大學工程五館 B 棟增建工程，乃由 PCM 依據業主的 BIM 資訊需求，如 3.2.2 節所述依其 BEP 執行並交付該案之基本設計 BIM 模

型，並依照表 4.12 之修訂條文協助業主發出工程技術服務標案，依照 BIM 協同作業指南建議之應用流程(圖 2.17)，得標的建築師事務所應擬定 BIM 執行計畫以利 BIM 工作之進行。本專案延續(繼承)PCM 交付的基本設計 BIM 模型，由業主、PCM、及本細部設計團隊的 BIM 工作成員，組成本細設案的 BIM 小組，如表 4.13 所示成員共 6 員，其中列席的業主代表及代表業主執行 BIM 工作的 PCM 經理不屬於建築師事務所的人力，建築師事務所的 4 員 BIM 人力中，資深 BIM 經理帶領分別負責基地與施工、建築與裝修、及機電專業的三位 BIM 建模員負責建模；在共同擬定的 BEP 中列出的 BIM 應用工作交付項與負責成員矩陣表，如表 4.14 所示。由表 4.14 可知該案的 BIM 交付項目包括模型交付項及應用成果交付項，兩類共 8 項，其中 J3、J8 為模型交付項，其餘為應用成果報告。

表 4.13 10601\_DBB 案細部設計團隊的 BIM 工作小組成員

姓名	代號	BIM 角色	任務說明	備註
OOO	10	列席業主	代表業主參與 BIM 相關工作	業主
OOO	20	業主 BIM 代表 (流程經理)	代表業主綜合管理 BIM 相關工作	PCM
OOO	30	資深 BIM 經理	擬定 BEP 並即時實落實更新及執行整合	細設主管
OOO	32	建構建模組員	建置建構模型、建築裝修設計表達及模型資訊輸出應用	細設建築設計
OOO	34	機電建模組員	建置機電模型表達、及模型資訊輸出應用	細設機電設計
OOO	36	基地建模組員	基地現況模型建置及施工規劃	

表 4.14 10601\_DBB 案細部設計團隊的 BIM 應用工作交付項與負責成員矩陣表

時程	交付項名	對應之 BIM 應用工作	負責之團隊成員				
			30	32	34	36	編號
簽約後 14 天	執行計畫(BEP)	成果報告	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	J1
30 天	基地分析	A3 成果報告	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	J2
90 天	設計意圖模型	E1、E2、E3、E4	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	J3
120 天	設計模型整合成果報告	E4，成果報告	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		J4
180 天	混凝土、門窗、機	A1 成果報告	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		J5

時程	交付項名	對應之 BIM 應用工作	負責之團隊成員				
			30	32	34	36	編號
	電設備數量輸出						
210 天	設計階段時程進度規劃	A2 成果報告	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	J6
210 天	設計階段工地空間規劃	E1、A4 成果報告	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	J7
240 天	發包文件提交	成果報告	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	J8

依據表 4.14 所列的各交付項需求，本案在不同階段所需建置的 BIM 模型、建模者、及用模者，亦在 BEP 中列出如表 4.15 所示。由表 4.15 可知需建置的 BIM 模型共有 8 項。細設團隊依照 TW-02 BIM 協同作業指南擬定以檔案為主的資訊交換方式及人員責任歸屬示意圖如圖 4.6 所示。

表 4.15 10601\_DBB 案細設團隊應建 BIM 模型、建模者與用模者矩陣表

階段	模型名	直接對應之 BIM 應用工作	建	用模者	編號
細部設計階段	基地模型(原)	E1	36	20、30、32、34	M1
	基地模型(含設計提案)	E1、E2、E3	36	20、30、32、34	M2
	建構模型	E2、E3	32	20、30、34、36	M3
	裝修模型	E2、E3	32	20、30、34、36	M4
	機電模型(電力)	E2、E3	34	20、30、32、36	M5
	機電模型(空調)	E2、E3	34	20、30、32、36	M6
	機電模型(給排水)	E2、E3	34	20、30、32、36	M7
	整合模型	E2、E3、E4	30	20、32、34、36	M8



圖 4.6 10601\_DBB 案細設團隊建模檔案責任歸屬及交換流程示意圖

BEP 中的模型建置標準及資訊交付方法，若是在公司導入 BIM 後則有自己的資訊交換標準，在符合業主的資訊需求為原則下，業主未詳訂的部份則可將這些標準列在 BEP 中，類似本應用案例教材統包專案 BEP(附錄九)的第六項「各 BIM 模型所需建置的 BIM 元件」的細部設計階段的規定，亦可依據專案需求，由 TW-02 BIM 協同作業指南的附錄 C 和附錄 D 分別選用需求元件及建模細則規定，在 BEP 中建置符合專案需求的「BIM 建築資訊模型建置規範」。細設團隊之 BIM 交付模型與交付之 BIM 應用成果同 3.3.2 節及 3.3.3 節所述。

### 第三節 DBB 專案施工階段執行 BIM 方式說明

依照 BIM 協同作業指南建議之應用流程(圖 2.17)及本教材案例之傳統流程(圖 2.21)，在 PCM 協助審核完成細設團隊交付的 BIM 模型之成果報告後，即再協助業主依 BIM 協同作業指南提供的「TW-00-2 公共工程採購契約範本(BIM 工作條款，適用於建築工程)」及「TW-01 營建專案之 BIM 特定條款」兩份文件，進行本案施工標的發包工作。BIM 協同作業指南的 TW-01 文件(本節稱為 BIM 特定條款)，本研究認為可以直接採用，但 TW-00-2 文件(本節稱為專案主契約)有

必要針對專案之特性進行修改；表 4.16 為本研究列出的專案主契約中與 BIM 相關的條款，該表的第三欄則是依本專案特性修改後的條文。

表 4.16 BIM 協同作業指南引用之工程採購主契約中與 BIM 相關條款之修訂建議

與 BIM 相關之條款	原 TW-00-2 所列條文	本應用案例教材建議修改後條文
工程採購第 1 條(一)之 6	引入特定條款及 BIM 指南兩文件	暫不修改
工程採購第 1 條(三)之 9；	勾選 2D 圖說及 BIM 模型資訊不一致時之優先	暫不修改
工程採購第 2 條之(一)之 2 工作內容之(6)	執行本案 BIM(Building Information Modeling)工作。包括： <input type="checkbox"/> 簽約後編製 BIM 工作執行計畫書。 <input type="checkbox"/> 施工階段定期交付 BIM 模型及相關報告書。 <input type="checkbox"/> 竣工時提供竣工 BIM 模型及報告書供驗收(驗收合格後修正供營運使用)。	依照擬定之 BIM 執行計畫，整合設計、施工之介面協調。至少執行以下五項必要 BIM 工作： E1 基地現況建模 E2 設計表達 E3 設計成果審核 E4 3D 整合協作 E5 集成模型匯編 及下列勾選的選擇性增值 BIM 應用工作： <input type="checkbox"/> A1 成本估算 <input type="checkbox"/> A2 歷時規劃 <input type="checkbox"/> A3 基地分析 <input type="checkbox"/> A4 工地利用規劃 <input type="checkbox"/> A5 數位製造 <input type="checkbox"/> A6.3D 控制規劃 <input type="checkbox"/> A10 施工系統設計
工程採購第 3 條(一)	列 BIM 工作費，勾選固定費用或建造費用%，並填寫金額或百分比	暫不修改
工程採購第 5 條之 3	增列 BIM 服務費之給付	刪除。BIM 服務費為鼓勵獎助性質，依相關規定支付。
工程採購第 18 條(廿)	勾選 BIM 成果之智財權	刪除。BIM 特定條款第六條已有相關規定
工程採購附錄 3 之 3.4	BIM 工作協調會議	刪除。BIM 特定條款已要求依照 BEP 執行

依照 BIM 協同作業指南建議之應用流程(圖 2.17)，得標的施工團隊應擬定 BIM 執行計畫(如附錄十四)以利 BIM 工作之進行。本專案延續(繼承)細設團隊交付的細部設計 BIM 模型，由業主、PCM、及本施工團隊的 BIM 工作成員，組成本案的 BIM 小組，如表 4.17 所示成員共 6 員，其中列席的業主代表及代表業主執行 BIM 工作的 PCM 經理不屬於施工團隊的人力，施工團隊的 4 員 BIM 人力中，資深 BIM 經理帶領分別負責基地與施工、建築與裝修、及機電專業的三位 BIM 建模員負責建模；在共同擬定的 BEP 中列出的 BIM 應用工作交付項與負責成員矩陣表，如表 4.18 所示。由表 4.18 可知該案的 BIM 交付項目包括模型交付項及應用成果交付項，兩類共 9 項，其中 J2、J9 為模型交付項，其餘為應用成果報告。

表 4.17 10601\_DBB 案施工團隊的 BIM 工作小組成員

姓名	代號	BIM 角色	任務說明	備註
OOO	10	列席業主	代表業主參與 BIM 相關工作	業主
OOO	20	業主 BIM 代表 (流程經理)	代表業主綜合管理 BIM 相關工作	PCM
OOO	50	資深 BIM 經理	擬定 BEP 並即時實落實更新及執行整合	施工主管
OOO	52	建構建模組員	建置建構模型、建築裝修設計表達及模型資訊輸出應用	施工建構設計
OOO	54	機電建模組員	建置機電模型表達、及模型資訊輸出應用	施工機電設計
OOO	56	基地建模組員	基地現況模型建置及施工規劃	施工資源規劃

表 4.18 10601\_DBB 案施工團隊的 BIM 應用工作交付項與負責成員矩陣表

時程	交付項名	對應之 BIM 應用工作	負責之團隊成員					編號
			50	52	54	56		
簽約後 14 天	執行計畫(BEP)	成果報告	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	J1	
60天(開工前)	施工模型	E1、E2、E3、E4	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	J2	
90天(結構體施工前)	施工階段模型整合 成果報告	E4 成果報告	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	J3	
依需求	施工階段混凝土、	A1 成果報告	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	J4	

時程	交付項名	對應之 BIM 應用工作	負責之團隊成員				
			50	52	54	56	編號
	門窗、機電設備數量輸出						
依需求	施工階段時程進度規劃	A2 成果報告	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		J5
依需求	施工階段工地空間規劃	A4 成果報告	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		J6
依需求	門窗大樣輸出	A5 成果報告	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	J7
依需求	柱位數位放樣	A6 成果報告	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	J8
完工後 30 天	竣工模型	E1、E2、E3	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	J9

依據表 4.18 所列的各交付項需求，本案在不同階段所需建置的 BIM 模型、建模者、及用模者，亦在 BEP 中列出如表 4.19 所示。由表 4.19 可知需建置的 BIM 模型共有 8 項。細設團隊依照 TW-02 BIM 協同作業指南擬定以檔案為主的資訊交換方式及人員責任歸屬示意圖如圖 4.7 所示。

表 4.19 10601\_DBB 案細設團隊應建 BIM 模型、建模者與用模者矩陣表

階段	模型名	直接對應之 BIM 應用工作	建模者	用模者	編號
施工階段	基地模型(原)	E1	56	20、50、52、54	M1
	基地模型(含設計提案)	E1、E2、E3	56	20、50、52、54	M2
	建構模型	E2、E3	52	20、50、54、56	M3
	裝修模型	E2、E3	52	20、50、54、56	M4
	機電模型(電力)	E2、E3	54	20、50、52、56	M5
	機電模型(空調)	E2、E3	54	20、50、52、56	M6
	機電模型(給排水)	E2、E3	54	20、50、52、56	M7
	整合模型	E2、E3、E4	50	20、52、54、56	M8

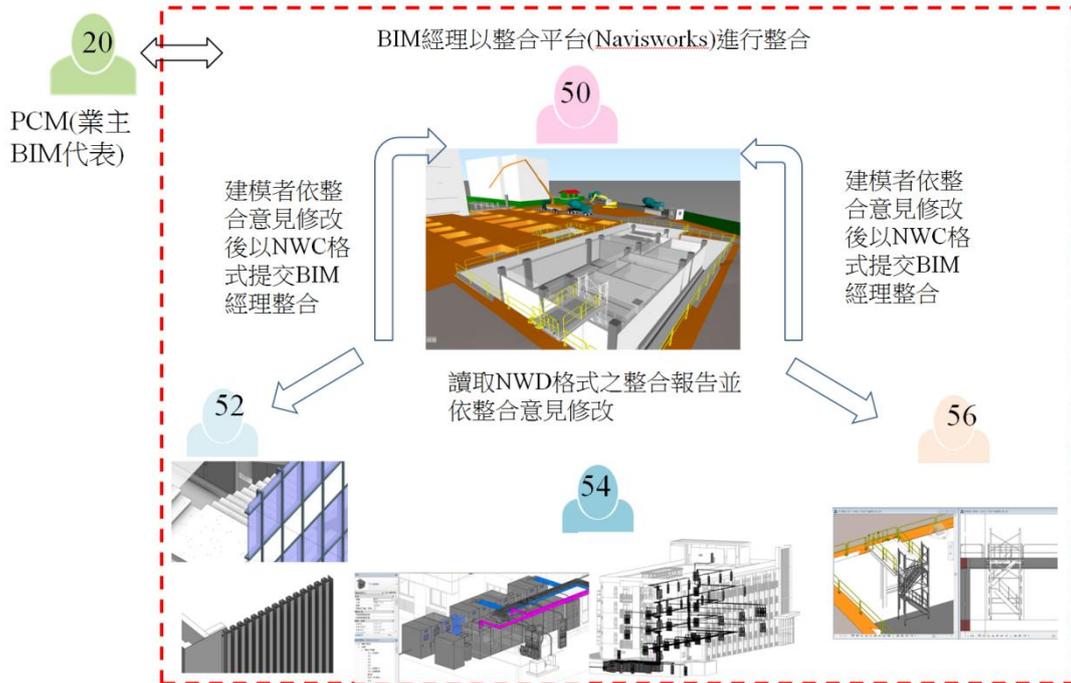


圖 4.7 10601\_DBB 案施工團隊建模檔案責任歸屬及協作交換流程示意圖

BEP 中的模型建置標準及資訊交付方法，若是在公司導入 BIM 後則有自己的資訊交換標準，在符合業主的資訊需求為原則下，業主未詳訂的部份則可將這些標準列在 BEP 中，類似本應用案例教材統包專案 BEP(附錄九)的第六項「各 BIM 模型所需建置的 BIM 元件」的施工階段的規定，亦可依據專案需求，由 TW-02 BIM 協同作業指南的附錄 C 和附錄 D 分別選用需求元件及建模細則規定，在 BEP 中建置符合專案需求的「BIM 建築資訊模型建置規範」。施工階段之 BIM 交付模型及提交之 BIM 應用成果說明詳 3.3.2 節及 3.3.3 節所述。



## 第五章 我國 BIM 協同作業指南之推廣及培訓計畫

本章說明本研究在分析文獻、編撰指南應用教材的經驗教訓、及辦理相關專家諮詢座談的回饋後，彙整分析推廣 BIM 指南應用的培訓計畫；依在 BIM 指南中指定的教育訓練、不同專業方著重的 BIM 技術需求、及針對 BIM 指南應用的 BIM 流程培訓，三個方向提出我國 BIM 協同作業指南之推廣及培訓計畫。

### 第一節 在 BIM 指南中指定的教育訓練培訓

依照「TW-02 BIM 協同作業指南」之第五節 BIM 專業人員職責，在採用 BIM 的營建專案中必須設置「專案 BIM 經理」及「各分專業設計與施工團隊的 BIM 協調員」，這二類新專職的角色與責任如表 5.1 所示。雖然是新的專職，但可以由專案團隊中既有的專業人員(例如既有的 CAD 經理、專案經理、顧問、及承包商等)擔任。BIM 經理之職責不僅在於確保達成專案的 BIM 目的，也應確保專案各方共同合作以最有效率的方式解決衝突問題。

表 5.1 BIM 角色與責任表—組織導入 BIM 執行要項(TW-03，6.3)

角色	模型管理責任
專案 BIM 經理 (可由主任技師、總顧問、由專案經理或業主指派的 BIM 專家擔任)	擬定並落實執行下列各工作項目： (1)BIM 執行計畫(BEP) (2)BIM 應用目的 (3)成員責任對應矩陣 (4)BIM 交付成果項目 (5)BIM 交付時程表 (6)BIM 建模品質控制 (7)BIM 協同作業
工程顧問之 BIM 協調員	在設計及施工階段負責以下各項： (1)建置 BIM 設計模型及相關文件 (2)擬定分專業之 BIM 應用目的(含分析工作) (3)協調整合 BIM 建模者、設計顧問及成本顧問 (4)協調整合承包商與其分包商 (5)確保建模品質

角色	模型管理責任
承包商之 BIM 協調員	在施工階段負責以下各項： (1) 協調整合設計顧問與分包商 (2) 研讀招標文件 (3) 審核設計模型和製造模型及 2D 圖面 (4) 應用 BIM 進行整合、施工排程、施工性分析、成本分析及工地應用 (5) 建置施工模型及竣工模型 (6) 確保建模品質

依照本研究 2.1 節之分析，歐美較新的實務經驗顯示營建專案的 BIM 角色區分為代表業主的 BIM 流程經理、專案 BIM 經理、及各分專業的 BIM 帶頭人共三個層級為較佳；又基於 BIM 是數位化溝通工具的本質，傳統流程中各人員角色應擔負的責任，並未因採用 BIM 而改變，而負責建置模型資訊的人，最好就是負責參與該專案執行的人，並且需對模型中的資訊負責，故大都會增加基層「建模員」的角色；以個人 BIM 能力圖(Competency Map)及適任的 BIM 角色，如表 5.2 所示，建模員、BIM 協調員、及 BIM 經理，應分別具初、中、高級 BIM 能力，專業領域知識及建模工具的使用是基礎；依工地經驗積累及具整合分析的能力，即具擔任 BIM 協調員之能力，至於 BIM 經理或代表業主的 BIM 流程經理，需為資深人員且具有實際負責執行營建專案的經驗較佳。國內推動的經驗顯示，肇因於建模軟體及整合網路平台等 ICT 工具的進展神速，具有多年實務經驗的工程人員很難習得 BIM 軟體技能，而會操作 BIM 軟體被委以建模者甚至 BIM 協調員角色的人員，又大都太過資淺而沒有工地實務經驗，因而產生工地實際應用 BIM 資訊的困難點。

表 5.2 個人 BIM 能力圖(Competency Map)及適任的 BIM 角色

程度	初級	中級	高級
工作經驗	1~2 年	3-5 年	6-8 年
專業領域知識	建築、機電工程、土木結構工程、數量估價、測量放樣、施工管理、設施管理擇一即可	需具營建工地經驗或另具綠建築設計專業	實際負責執行營建專案經驗

程度	初級	中級	高級
BIM 知識	BIM 概念 BIM 應用 BIM 價值及 ROI	國家 BIM 指南 組織 BIM 標準 BIM 執行計畫 BIM 品質檢核	推動 BIM 整合會議 規劃 BIM 流程 BIM 契約與法規議題 組織導入計畫 BIM 品質檢核
BIM 軟體技能	BIM 建模工具 BIM 設計審核工具	BIM 建模工具 BIM 設計審核工具 BIM 分析工具 BIM 整合工具	BIM 建模工具 BIM 設計審核工具 BIM 分析工具 BIM 整合工具 Project workspace
相關證書需求		BIM 建模能力證書 BIM 軟體結業證書	BIM 管理能力證書 BIM 專家文憑
適任的 BIM 角色	建模員/BIM 協調員	BIM 協調員/經理	BIM 經理/流程經理

註：本表為本研究以 TW-03 組織導入 BIM 執行要項之表 6.1 修訂

國內各大專院校的土木建築相關科系於 2011 年起陸續開設 BIM 軟體課程，迄今已有 6 年，這些人力已可直接滿足初級 BIM 能力人員的需求，中級 BIM 人力的培養也將逐步因採用 BIM 的營建專案增加而陸續增多，但高級 BIM 能力的匱乏，尤其是施工方因應用較少經驗累積較慢，對本研究強調的 BIM 流程訓練來說，則是主要的推廣重點；本研究逐一瀏覽附錄六所列的 18 項 BIM 應用中的「團隊能力需求」，可以發現「3D 模型的操控、巡視、與檢閱能力」為大部份應用所必需，因此，針對資深工程人員不易習得 BIM 軟體技能的困境，本研究認為在組織的層級是資深領導人，而在專案的層級則是專案經理，可以簡化為具有這項技術，且要增進對「以 BIM 整合專案團隊(Project Team Integration, PTI)」及 BIM 技術與流程的瞭解的教育訓練課程；以目前資通科技及智慧型手機的神速發展和普及狀況，加上主要 BIM 軟體開發商已備妥可在攜帶式裝置讀取 BIM 模型資訊的免費軟體，操作介面也相當簡單，只要稍加練習，資深工程人員可具備「3D 模型的操控、巡視、與檢閱能力」，可以做到「應用 BIM 模型提供的資訊做工程決策」。

除了和管理層級由各公司安排人員參與各類 BIM 教育訓練外，在專案層級利用各不同公司參與導入 BIM 專案的機會，針對參與專案的各方人員進行「BIM

教育訓練」，更是可以針對迫切的 BIM 整合團隊需求，且即學即做的有效訓練方式。澳洲 Perth 兒童醫院興建專案對參與專案的所有人員進行常態性 BIM 教育訓練的做法相當值得學習，該專案在專案開始後，每週都辦理「BIM 介紹」訓練，這個約二個小時的訓練課程方式及內容整理如表 5.3 所示；這個在個案執行過程中進行的 BIM 教育訓練類似進入工地前的職安訓練，是參與專案所有人員都要受訓過的課程，每次課程限定在 10 位學員以內，先由講員花 30 分鐘講解什麼是 BIM?及本專案為何要用 BIM 及如何用 BIM，接在這 30 分鐘的「洗腦課程」之後是動手課程，直接教導學員打開模型及檢視瀏覽模型，之後則是「反思」的時間，由有經驗的 BIM 經理在現場答覆學員的所有相關問題，適時用 Navisworks 展示並說明在本專案中如何應用 BIM 模型來解決相關整合問題。該專案應用 BIM 的效益證實了這樣的教育訓練確保了參與專案各方用 BIM 進行溝通整合，是獲得 BIM 效益的主要關鍵。

表 5.3 澳洲 Perth 兒童醫院興建專案進行的常態性 BIM 教育訓練內容

課程主題	課程內容	時數	使用教材/工具
BIM 概念	BIM 應用、價值、及 ROI(洗腦課程)	0.5	講員自編並應用本專案的模型資料
BIM 軟體使用	3D 模型的操控、巡視、與檢閱能力(動手課程)	0.5~1.5	免費 BIM 瀏覽軟體搭配本專案的模型資料
問題詢答	針對即將執行的工作，提出應用 BIM 工具的所有可能問題(反思課程)	0.1~0.5	專案整理

澳洲營建產業認為以 BIM 來做為團隊整合的工具最為有效，也就是所謂的「BIM+PTI」(Project Team Integration)，在專案層級進行人員訓練不一定要正式排定的課程，可以更有彈性地包括下列各種型式：

- 一、正式 BIM 訓練課程獲得新技術及技巧；
- 二、安排已具能力和經驗的老手搭配新手一起執行 BIM 工作，由老手帶領訓練新手；
- 三、召開或參加相關論壇及工作坊，獲得及分享重要關鍵及解決問題的方法；
- 四、研讀成功案例的經驗教訓報告；

五、持續提供員工各類型的學習機會。

教育訓練的重點要在專案團隊整合(PTI)，用 BIM 做為整合工具，將專案相關人員的知識、技術有效率的整合起來；且要強調 BIM 不只是科技工具的改變，也因為這種溝通工具的改變帶來團隊有效整合及競爭力提昇的實質效益。

## 第二節 不同專業方著重的 BIM 技術需求

由於資通訊科技的發展迅速，尤其是在無線網路加速普及、雲端服務平台、攜帶式智慧置、物聯網、人工智慧的發展，除了強調應擴及資產管理(Facility Management, FM)的所謂「BIM+FM」外，BIM 技術也隨之演變成契合不同專業方的各式「BIM+」，例如 BIM+GIS(地理資訊系統)、BIM+AR(擴增實境)、及 BIM+VR(虛擬實境)等；我國 BIM 指南建議以組織(公司)導入 BIM 做為起始點，在本應用教材中示範整理業主、建築師事務所、營造公司、及分包商的 BIM 導入計畫，在人員培訓時亦應考量不同應用方的不同需求，尤其是因應未來的發展方面，亦應契合需求才能快速獲得所需能力，故在本節彙整不同專業方的 BIM 應用概念及所需培訓重點。

在業主端部份如圖 5.1 所示；資產業主需要的是資產管理決策，在 BIM 成熟之前，已有展現資產地理位址的 GIS、也有不同程度及功能的電腦化維修管理系統(Computerized Maintenance Management System, CMMS)，甚至是防災需求的建物自動化系統(Building Automation System, BAS)；有了 BIM 以後要做更好的資產管理決策，業主需要的是 BIM+FM 的整合平台，以便能用新式有效率的方法來管理其資產。

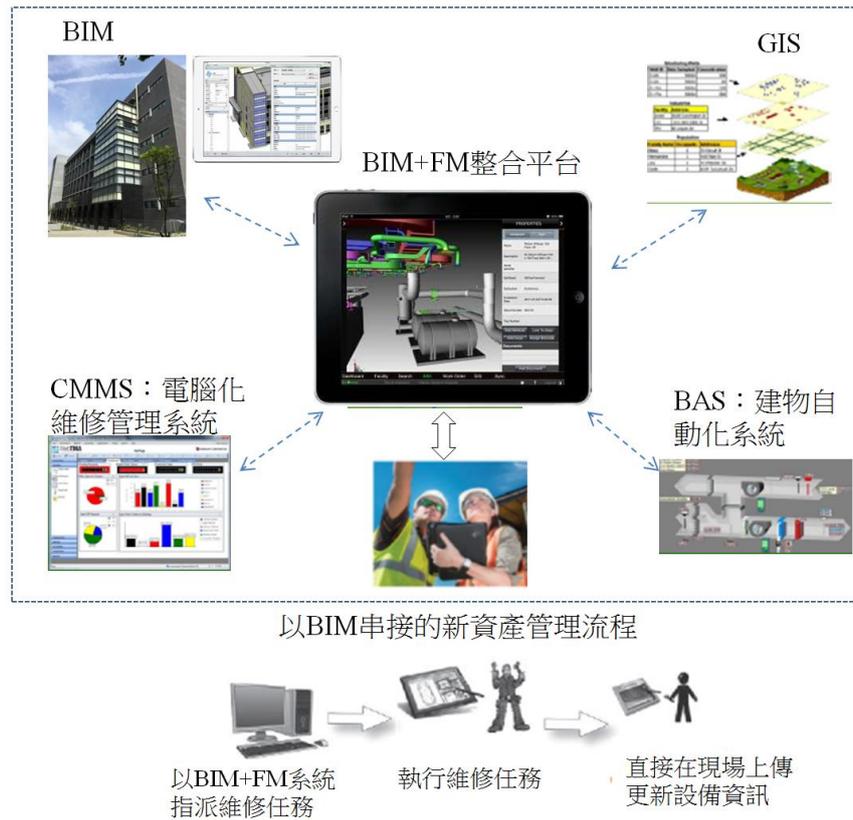


圖 5.1 資產業主應用 BIM 做管理決策概念圖

設計專業人員將因採用 BIM 而使設計效率提昇，除了因為數位化而加強了包括環境因子、資源成本、工法成熟度和施工性、及未來營運維護層面的資訊進入設計整合決策外，這些資訊搭配 3D 模型將組成與不同專業方及業主的新型溝通方式，許多案例顯示極大化地縮短了來回溝通所需的時間，更降低了溝通所需的成本，也就是設計時間與成本；若是再搭配擴增實境及虛擬實境技術，設計團隊可以更有效率地做決策，概念及情景如圖 5.2 所示；不僅設計團隊可以充份理解彼此專業設計考量，業主也可以很容易進入浸入式虛擬設計環境，理解甚至體驗設計團隊提出的意圖，並且適時發表業主的考量。

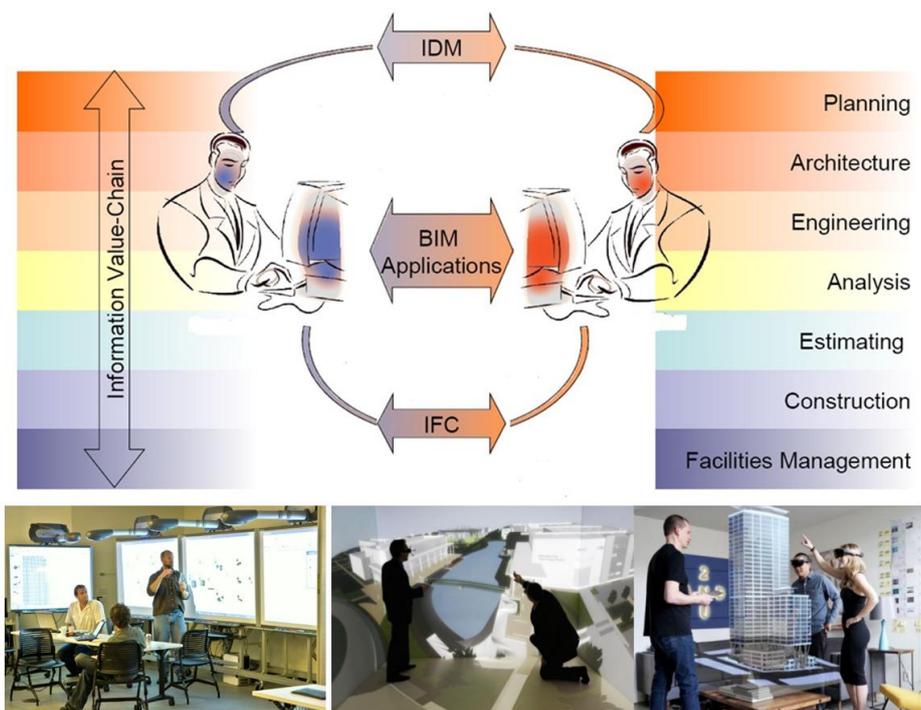


圖 5.2 設計專業應用 BIM+AR/VR 做設計決策概念圖

施工方則應充份運用團隊發佈的專案 BIM 模型資訊，利用無線網路及雲端服務以攜帶式裝置，即時在工地現場與參與團隊的各方進行有效溝通，共同做施工決策，概念如圖 5.3 所示。在這樣的作業環境下，以往工地常發生的重工(Rework)和變更，甚至是工安意外將大量減少，也因為有事先整合過的完整專案資訊，即時有效的精實營建(Lean Construction)管理計畫可以實現。

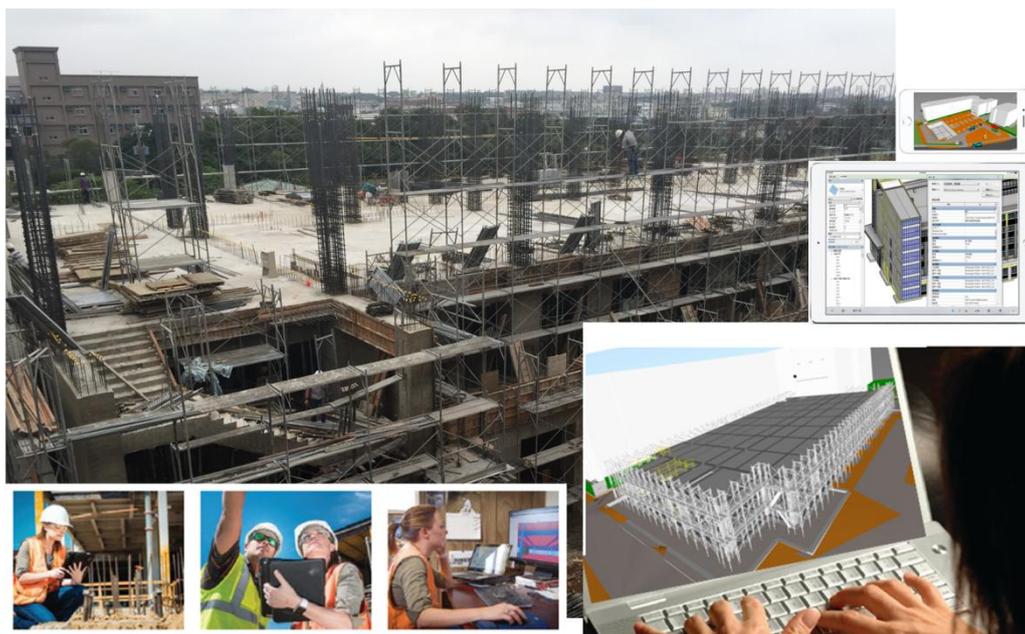


圖 5.3 施工方應用 BIM 做施工管理決策概念圖

圖 5.4 則說明營建產業鏈分包商提供 BIM 應用的物件資訊的概念，提供營建產品的供應商，是物件導向建模工具的基礎元件供應者，若以搭積木來比喻，每一塊積木的特性包括幾何資訊和屬性資訊，應該由實際產品供應者提供；供應商應以符合標準的格式及內容為其生產的營建產品建置「BIM 元件」供產業使用，尤其是機電設備系統的供應商，完善正確的設備元件資訊是業主資產管理效率的關鍵。

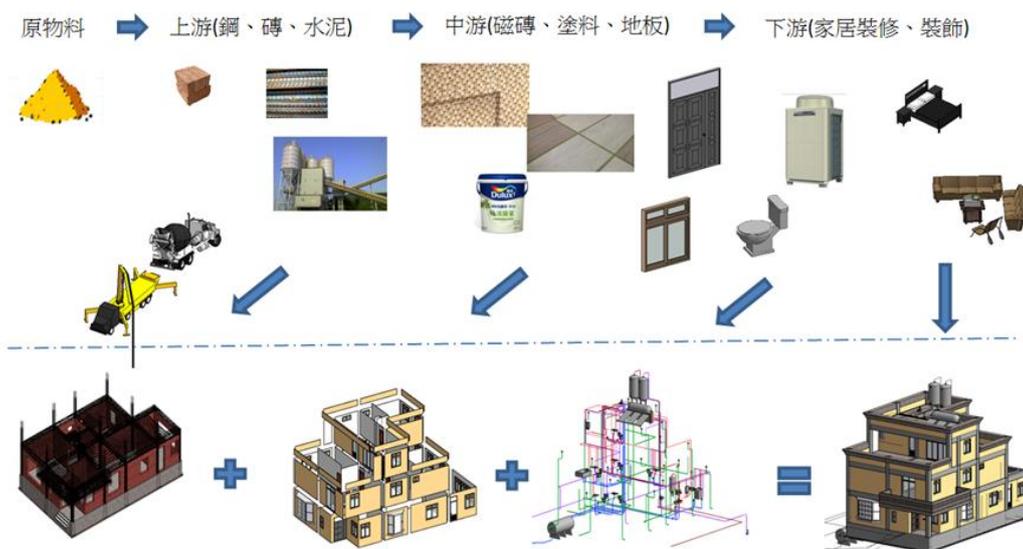


圖 5.4 營建產業鏈分包商提供 BIM 應用的物件資訊概念圖

經由本研究模擬參與專案的不同公司的 BIM 導入計畫，可以發現業主及產品供應方著重的 BIM 技術需求並未明確列在 BIM 協同作業指南中，業主較需要 BIM 模型資訊在資產管理相關的應用，產品供應方則需將產品「BIM 元件化」的參數式族群建置技術，如表 5.4 所示。表 5.4 也列出可能提供教育訓練方，業主需要的資產管理相關訓練，目前較缺乏，未來可能要由資產管理系統的建置方提供，至於參數式族群建置技術的訓練課程，目前在 BIM 軟體開發商的制式教育訓練課程中，已有涉及此項技術，產品供應方的人員受此基本訓練後，可以針對本身的需求自我加強，也可以要求 BIM 軟體開發商針對需求增加參數式族群建置技術的訓練時數。

表 5.4 營建專案不同專業方著重的 BIM 應用及需要的 BIM 技術分析表

專業方	著重的 BIM 應用	需要的 BIM 技術	可能提供訓練方
建物業主	E5, O1, O2, O3	資產管理相關, COBie	較缺乏
設計方	E1~E5, A1, A2, A3, A7, A8, A9	建模軟體、分析軟體、設計整合平台	BIM 軟體開發商
施工方	E1~E5, A1, A2, A3, A4, A5, A6, A10	建模軟體、施工整合平台	BIM 軟體開發商
產品供應方	提供產品正確 BIM 模型並因應專案需求進行 A5.數位製造	將產品「BIM 元件化」的參數式族群建置技術	可客製化加強

### 第三節 BIM 指南流程培訓計畫

以「應用 BIM 指南」為推廣培訓的目的，則以 BIM 流程經理的培訓為首要，在本研究進行中的專家座談回饋中，大部份委員認為 BIM 指南的應用是 BIM 的「通識課程」，如何正確應用 BIM 指南來整合專案團隊各方以提昇專案的執行效率，則是每一個參與專案的人員所應具備，明顯不同於軟體技能的教育訓練；本研究依照此種需求，提出三至八小時 BIM 指南流程訓練課程規劃，如表 5.5 所示。開場是 BIM 概念，以推動 BIM 的策略為核心，搭配「BIM 協同作業指南」之主要內容，規劃 30 分鐘到 60 分鐘的「洗腦課程」堅定驅動力，再搭配隨手可得且以學員個人擁有的攜帶式裝置(智慧型手機或平板)進行「3D 模型的操控、

巡視、與檢閱能力」之培訓，最後再依時間的多寡，運用本研究編寫的教材介紹 BIM 的執行流程。

表 5.5 三至八小時「BIM 指南流程訓練」課程規劃表

課程主題	課程內容	時數	使用教材
BIM 概念	BIM 應用、價值、及 ROI 及政策	0.5~1.0	BIM 協同作業指南
BIM 軟體使用	3D 模型的操控、巡視、與檢閱能力	1.0~2.0	免費 BIM 瀏覽軟體 搭配本研究建置之 範例模型
BIM 指南及流程	組織導入 BIM	0.5~1.0	BIM 指南應用案例 教材
BIM 指南及流程	BEP 之擬定及執行	0.5~2.0	BIM 指南應用案例 教材
BIM 指南及流程	BIM 應用及交付項	0.5~2.0	BIM 指南應用案例 教材

由於資深工程人員是 BIM 指南流程培訓的首要重點，經查依照建築師法第九條規定訂定的「建築師開業證書申請換發及研習證明文件認可辦法」，該辦法第二條第三項規定換證需要積分 300 點以上的研習證明點數，這些點數的獲得相當多樣化，參加一般 BIM 推廣說明研討會，依照該辦法每小時可獲得積分 10 點，已給建築師參與 BIM 相關講習訓練的動力；但，若要更強力要求建築師在 BIM 流程方面的訓練，則可依該辦法第七條(建築師研習包含下列項目：)的第五項(其他經中央主管機關規定者)，由內政部營建署將「BIM 流程訓練」納入成為必要的換證研習需求項目。

同樣地依照我國「技師法」第八條第四項(執業執照有效期間為六年；領有該執業執照之技師，應於執業執照效期屆滿日前三個月內，檢具中央主管機關認可之執業證明及訓練證明文件，申請換發。)故我國已有「技師執業執照換發辦法」第五及第六條，訂有「訓練證明」之積分規定，這些訓練積分的獲得來源非常多樣，例如參加一般 BIM 推廣說明研討會，依照該規定每小時可獲得積分 10 分，技師換證審查訓練證明的積分標準是 200 分，故，亦已給專業技師參與 BIM 相關講習訓練的動力；若要更強力要求專業技師在 BIM 流程方面的訓練，則可

比照民國九十六年對「工程倫理」的要求，在「技師執業執照換發辦法」的第五、六條上，適當地增修條文項目，把「BIM 指南流程訓練」課程納入換證積分訓練之必要項目。另亦可依據內政部發布「專業營造業之資本額及其專任工程人員資歷人數標準表」規定，在營建署擬定的「帷幕牆工程、庭園、景觀工程、防水工程等三種專業營造業專任工程人員之專業工程技術課程講習作業要點」增修「BIM 流程訓練」課程，這兩種方法可以確保執業技師獲得適當的 BIM 訓練，如表 5.6 所示。

表 5.6 在建築師及專業技師換證講習(訓練)證明加入 BIM 訓練建議表

項目	建築師研習證明	技師訓練積分證明
法源	依建築師法擬訂之「建築師開業證書申請換發及研習證明文件認可辦法」	依技師法擬訂的「技師執業執照換發辦法」
需求點數概	六年換證需累積 300 點，參與 BIM 相關訓練講習每小時 10 點	六年換證需累積 200 分，參與 BIM 相關訓練講習每小時 10 分
建議 BIM 流程	自發性：3 至 8 小時，最多得 80 點 強制性：3 小時必要點數 30 點	自發性：3 至 8 小時，最多得 80 分 強制性：3 小時必要分數 30 分
增修權責單位	內政部營建署	公共工程委員會

在一般工程人員的層次，則可以採用類似的方式，在營造業工地主任職能訓練(及回訓班)、公共工程品質管理人員教育訓練(及回訓班)、及建築物室內裝修工程管理訓練中，適當增修加入「BIM 流程經理訓練課程」如表 5.7 所示。至於參與專案中「BIM 小組」的建模者或是各分專業的 BIM 協調員，甚至是具有 BIM 軟體操作能力的資深 BIM 經理，所需的各類 BIM 軟體能力，則除了由學校培養新一代工程人員新的工具外，在職人員的訓練亦應自發性地參與相關軟體商辦理的訓練。

表 5.7 在現有訓練中建議加入「BIM 指南流程訓練」課程規劃表

現有訓練課程名稱	課程總時數	建議納入 BIM 指南流程訓練時數	增修權責單位
營造業工地主任職能訓練	220	8	公共工程委員會
營造業工地主任職能訓練(回訓)	32	3	公共工程委員會
公共工程品質管理人員教育訓練	84	3	公共工程委員會
公共工程品質管理人員教育訓練(回訓)	36	3	公共工程委員會
建築物室內裝修工程管理訓練	>21	3	內政部營建署
專業工程技術講習	>30	3	內政部營建署

## 第六章 近年應用 BIM 之實務案例彙編

本研究以推廣應用 BIM 指南為主，著重實施方法流程而以目標案例回溯模擬為主，但額外提供更多其它案例的 BIM 應用狀況，除了確認發展趨勢外亦可兼收反思回饋之效；近年來國內外有許多 BIM 應用案例發表，本研究依經典教科書案例、軟體商發佈的成功案例、及國內發表的應用案例三類，分述如下。

### 第一節 教科書中的應用 BIM 案例

著名的 Eastman 教授出版的 BIM 教科書，在 2011 年印出第二版，在第九章中列有 10 個應用案例，對應用 BIM 的方法細節介紹詳盡；本研究依照 BIM GfO 的應用分類方式，按各案例在書中的說明內容，列出各案例的 BIM 應用項如表 6-1 所示。由表可知 10 案中只有 1 案是橋梁專案，其它 9 案都是建築專案；第 10 案是業主的 BIM 資產管理應用，第 9 案是開發商專注在規劃階段專業的成本估算 BIM 應用，第 6 案則是特殊鋼玻璃帷幕系統的 BIM 應用，這三案的應用範圍較特殊外，其它一般化的 7 案中，馬里蘭綜合醫院擴建是在施工後期才由因採用 CM at Risk 的專管公司決定使用 BIM，並且延長至協助業主利用 BIM 做資產管理，涵蓋的階段屬施工後期到營運維護。

在 BIM 應用串連設計及施工兩階段的 6 個案例中，只有 1 案使用專案綜合交付(Integratde Project Delivery,IPD)的契約型態，另有 1 案使用設計連帶施工(Design and Build,DB)契約型態，其它 4 案都是傳統的設計/發包/施工(Design Bid and Build,DBB)契約型態。業主的強力要求是推動 BIM 的主要驅動力，尤其是在傳統的 DBB 契約型態下，只要業主有 BIM 動力，要求設計與施工的資訊確實整合，同樣可以達到「團隊協同 BIM 行」的效果。

若以 2017 年初發表的業主的 BIM 指南中的 BIM 應用分類來歸類，則「必要(E1~E5)」的 5 項應用項目中，10 個案例中有 9 個都有 E1~E4，但只有 4 個有 E5，在 2011 年以前推動的 BIM 技術尚未強調模型資訊在日後資產管理的應用，還沒有要求交付「集成模型」的概念，或許是受英國政府軟著陸(Government Soft Landing, GSL)政策的影響，產業界也逐漸重視，「E5 集成模型匯編」已被列入必要的 BIM 應用；此點在表 6.1 中亦可看出，除了第 10 案是業主的 BIM 資產管理應用，其它 9 個案例中只有 1 個有「O1 資產管理」應用。

表 6.1 Eastman 教科書中的 BIM 應用案例彙整表

案例名 (原書節序)	案例概述	BIM GfO 應用	備註
愛爾蘭都柏林 Aviva 體育館(9.1 Aviva Stadium)	2007 年興建的 5 萬席足球場以半透明「有機鵝卵石」外殼包覆；BIM 應用在此外殼結構的參數式建模及應用於製造和安裝管理。	E1, E2, E3, E4, A1, A2, A3, A4, A5, A6, A7, A10	DBB
奧瑞崗波特蘭萬豪飯店改建(9.2 Courtyard by Marriott)	原 1982 年建造的 13 層飯店建築，於 2009 年往上增建 3 層，拆除毗鄰 3 層建築改建成 4 層並與舊結構整合，再與加入的新機電系統整合，全面更新建築外殼。	E1, E2, E3, E4, A1, A2, A3, A4, A5, A6, A7, A8, A10	DB
加州卡斯特羅谷鎮 Sutter 醫院(9.3 Sutter Medical Center, Castro Valley)	2009 年中開始設計且需在 2013 年底完工；拆除原院區邊的 42 戶公寓樓納入新院區、現有醫院旁興建 7 層樓 230,000 平方英尺 130 床的新醫院樓，完工遷入後拆除舊醫院樓；施工期間維持原醫院的運作。	E1, E2, E3, E4, E5, A1, A2, A3, A4, A5, A6, A7, A8, A10	IPD
馬里蘭州巴爾的摩馬里蘭綜合醫院擴建(9.4 Maryland General Hospital)	2010 年完工，在 1950 年代完成的舊 6 層醫院樓的中庭增建 9,600m <sup>2</sup> 容納 8 間刀房、4 特別房、18 床急重症病床、藥局、及實驗室等新空間；施工期間不得影響原醫院的運作。專案管理公司在施工後期決定採用 BIM 且著重在 MEP 系統的施工及交付維管使用。	E1, E2, E3, E4, E5, A5, O1	CM at Risk
芬蘭赫爾新基 Crusell 大橋(9.5 Crusell Bridge)	2010 年底完成，92.0m 與 51.5m 兩不對稱跨徑的鋼斜張橋，總長 143.5m，淨車道寬 24.8m，上部結構縱向為預力混凝土梁、橫向為鋼與混凝土複合構；設計與施工都採用 BIM，且著重在鋼構與鋼筋的預製控制、模板及臨時支撐的結構設計、現場雷射掃描做品質控制、及 4D 排程等精實營建。	E1, E2, E3, E4, A1, A2, A4, A5, A6, A7, A10	DBB
紐約第 11 大道 100 號公寓(9.6 100 11th Avenue, New York City)	長 46m、寬 23m、高 72m 的 21 層住宅公寓，以 BIM 協助複雜的河岸景觀帷幕牆系統設計、分析、預製	E1, E2, E3, E4, A1, A2, A5	DBB
香港港島東中心商辦大樓(9.7 One Island East Project, Hong	70 層高 308m，總樓地板面積約 14.1 萬平方米的摩天商業大樓；在業主驅動 BIM 建物生命週期管理	E1, E2, E3, E4, E5, A1, A2, A4, A6, A7, A10	DBB

案例名 (原書節序)	案例概述	BIM GfO 應用	備註
Kong)	系統下，將原採傳統 2D 設計及施工的兩個團隊結合轉化為採定虛擬 3D 設計與施工管理的整合流程。		
芬蘭赫爾新基音樂廳(9.8 Helsinki Music Center)	2011 年完工，市中心國會大廈正對面總樓地板面積 3.6 萬平方公尺，主廳 1,700 及 5 座 140 至 400 席的中小廳	E1, E2, E3, E4, A1, A3, A7, A8,	DBB
德州達拉斯 Hillwood 商業專案 (9.9 Hillwood Commercial Project)	開發商於達拉斯市中心約 0.65 公頃舊鐵路用地上以 BIM 進行 6 層樓，含商辦 10,725m <sup>2</sup> ，零售 2,110m <sup>2</sup> ，及 81 個停車位的開發案模擬。	E1, E2, E3, A1, A3	方案成本規劃
美國海巡署的 BIM 應用 (9.10 United States Coast Guard BIM Implementation)	美國海巡署管理 8,000 棟自有或承租的建物，以 BIM 做規劃設計及資產管理。	E1, E2, E3, E4, E5, A1, O1, O3	業主資產管理

業主的堅定 BIM 驅動力可確保「團隊協作 BIM 行」，展現良好的 BIM 成效；表 6.1 中的香港港島東中心案(One Island East Project)，就是由香港太古地產(Swire Properties)以資產開發及擁有者從長期營運維護所需資訊為出發點，不斷尋求興建專案資訊與營運維護資訊間的密切聯結，要求該大廈的綜合設計資料系統能方便承租戶進行裝修，創新的數位化營建管專案理系統，能密切監控開發過程的每一個環節，提昇效率減少浪費，而電子投標系統亦能大量減少用紙，體現環保理念；業主理解 BIM 並且聘請 Gehry Technology(GT)為 BIM 顧問，GT 建議採用 Digital Project(DP)為主要 BIM 工具，在那個時間點上，包括建築、結構、機電、及估算的四個主要設計顧問公司，已採用傳統 2D 工具執行完成概念設計，業主請 BIM 顧問花三週的時間訓練設計團隊使用 DP，使得港島東中心的設計轉換為以 BIM 工具和程序進行，該案的以 BIM 整合專案團隊的概念如圖 6.1 所示，包括專案經理、建築師、結構工程師、機電工程師、及算量估價師都在同一個房間內以 DP 進行設計工作，包括 3D 細步設計、衝突檢核、數量提取及電子發包、團隊溝通整合、及 4D 計畫。

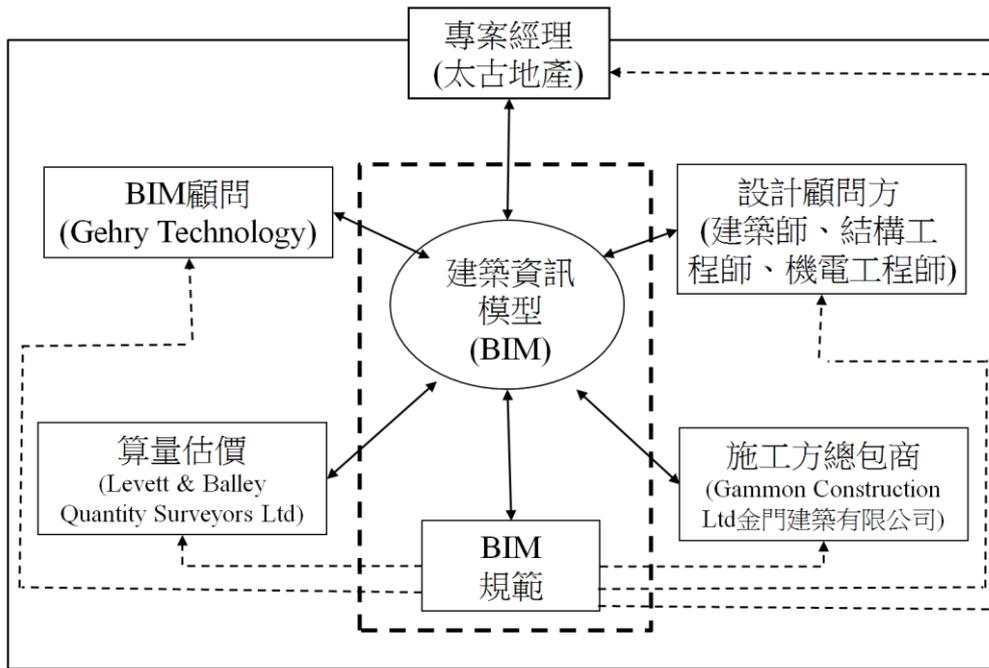


圖 6.1 香港港島東中心專案採用 BIM 整合團隊的概念圖

由於 DP 是以建築元件做為整合的本體，在效率上比以檔案做為整合基礎的平台有較高的整合效率，但軟體的學習門檻稍高，太古地產花錢聘請 GT 整整輔導該專案團隊一年，在同一個辦公室內設計團隊有 4 位建築師、4 位結構工程師、6 位機電工程師、2 位算量估價師、1 位業主專案經理、1 位機電專案經理、和 4 位 GT 的 BIM 顧問，分工建模協作設計，整合的資訊入口則是太古地產的資訊管理系統；該案的 BIM 應用狀況及具體成效搭配部份截圖如圖 6.2 所示。

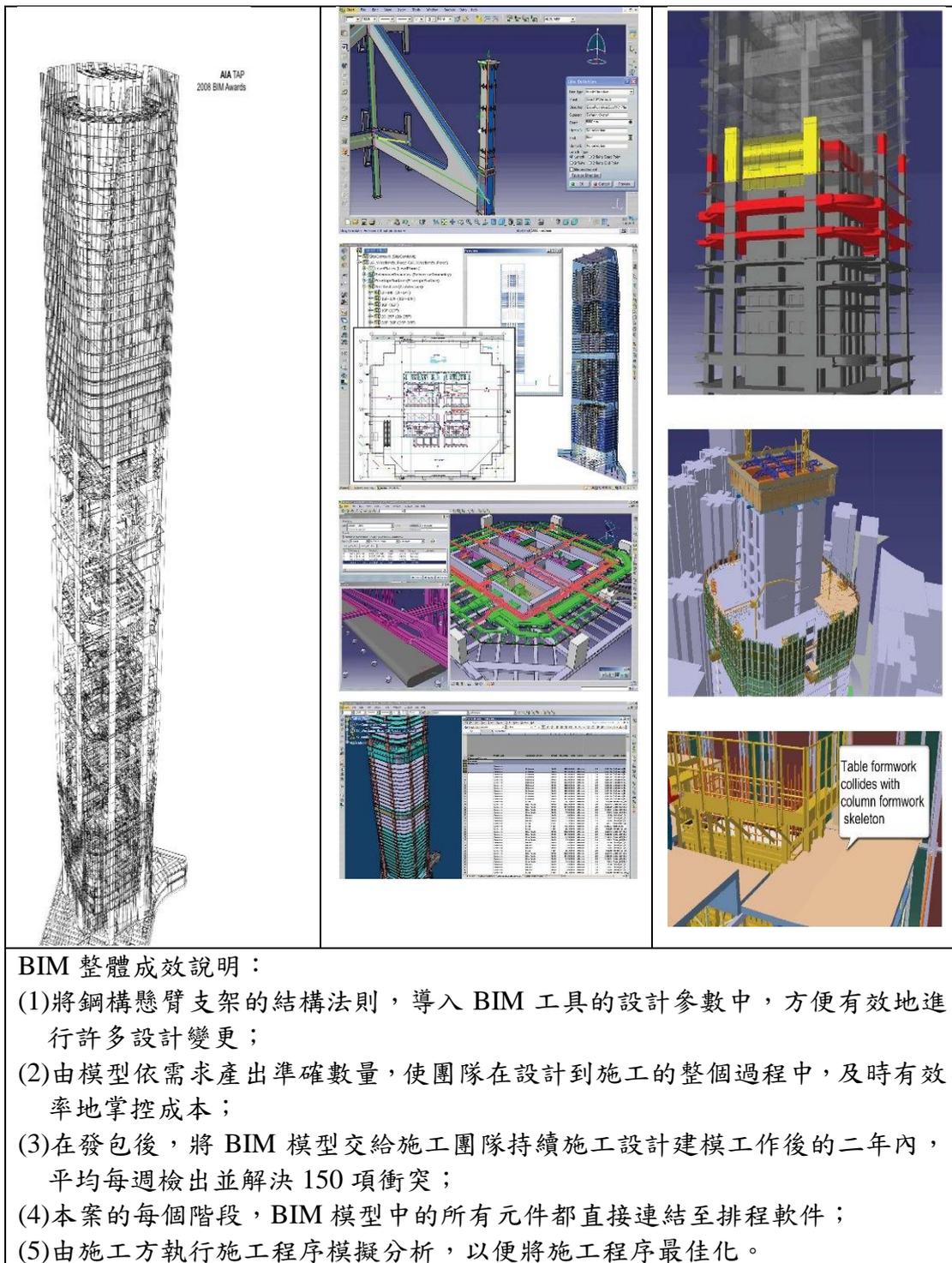


圖 6.2 香港港島東中心專案採用 BIM 的狀況載圖及主要成效說明

## 第二節 軟體商發佈的應用成功案例

在軟體商發佈的成功 BIM 應用案例部份，本研究整理代表性的案例如表 6.2 所示，主要依閱讀理解方便選擇大陸地區近期的大型建築案例，也依照 BIM GfO

的應用分類方式，按各案例在發佈的說明內容，列出各案例的 BIM 應用項。由表 6.2 中的 5 個案例可知，都是位於上海、北京、及深圳等第一線城市，近年來已發展成 BIM 應用相當成熟的地區，且都是大型建築案；其中深圳平安金融中心還是中國在建工程中的最高建築，該案的應用經驗報告主要以機電安裝為主，可看到機電預製及安裝所需的數位製造、3D 規劃控制等應用，在大型的專案中，光機電專業本身導入 BIM 就可以產出相當高的成效。

上海市外灘 SOHO 與北京綠地中心兩個大型建築群專案都詳細說明以 BIM 進行團隊整合的工作；上海市外灘 SOHO 專案是以業主帶頭，在設計及施工方面都積極應用 BIM 技術，已經不同於前幾年報導中常出現的「由 BIM 諮詢服務公司」負責 BIM 建模工作，設計和施工總包突破傳統較為孤立的工作模式，建立了基於 BIM 的 3D 協作機制，也和西方國家一樣務實地以 BIM 來整合專案團隊；北京綠地中心專案的案例報告雖只是施工方的 BIM 應用，但在這種大型的專案中，施工團隊本身專案總工程師和總公司 BIM 中心負責人共同帶領，BIM 中心配備建築、結構、機電專業 BIM 工程師各一名，而專案的各技術專業，預算、品質安全、專業分包單位設置專項負責人參與 BIM 工作；這兩個大型專案的 BIM 工作都是「內化的 BIM」，也就是團隊真實地應用 BIM 做溝通、做設計及施工決策；這兩個大型專案報導的 BIM 應用經驗，顯然不同於以往只為「展示、比賽得獎」而獨立於專案團隊之外的「外顯的 BIM」，很顯然與參與專案設計及施工方本身具有 BIM 能力有關。

北京石油機械廠及上海申都大廈改建兩個專案，則是少有的全生命週期過程中應用 BIM 解決方案的案例；北京石油機械廠更依據業主生產廠房的特性，擴展 BIM 應用到「智慧工廠」的領域；而量體不大的申都大廈改建專案，則將 BIM 模型資訊，分別與各種不同的分析軟體串接，除了擴展設計階段的環保永續、防災規劃外，也分別以資產管理系統軟體對接，將應用範圍擴充至資產業主的 BIM 應用；其中上海申都大廈改建工程 BIM 應用在防災、空間規劃、與資產管理之應用狀況截圖，如圖 6.3 所示。

表 6.2 軟體商發佈的 BIM 應用案例彙整表(選擇性大陸地區案例)

案例名 (應用方)	專案概述	BIM GfO 應用
上海市外灘 SOHO 專案(上海現代建築設計(集團)有限公司)	總建築面積為 189,449 平方米。該工程由一棟 16 層辦公樓 AB 棟，一棟 31 層辦公樓 C 棟，一棟 14 層辦公樓 D 棟及一棟 13 層辦公樓(即辦公樓 E 棟)，各自的兩層商業裙樓和一棟 3 層商業 F 棟和一棟 3 層商業 G 棟組成，六棟樓沿基地四周佈置，圍合成一個帶額外商業空間的商業步行街。由業主方牽頭，設計和施工總包突破傳統的較為孤立的工作模式，建立了基於 BIM 的 3D 協作機制。BIM 應用包括：3D 協同設計、綠色建築設計、5D 工程類比、算量和輔助施工等。	E1, E2, E3, E4, A1, A2, A3, A4, A6, A8
北京綠地中心(北京六建集團有限責任公司)	該工程分為 625、627 兩個地塊，總建築面積 351524 m <sup>2</sup> ，其中 625 地塊由 1 號、2 號、3 號三棟綜合樓及地庫組成；627 地塊由 4 號、5 號兩棟樓組成。4 號塔樓是一座超高建築，建築總高度達 260 米，塔樓採用框架+核心筒混合結構體系(外框架由型鋼樑和型鋼混凝土柱構成，42-43 層為設備層，設置了伸臂桁架與環桁架，屋頂結構由鋼結構組成)；塔樓採用樁筏基礎，基礎底板厚 3200mm，基礎樁徑 1000mm，共計 242 根。將施工管理團隊與 BIM 中心團隊相融合，並且將集團公司的工程技術專家團隊與整個 BIM 團隊進行關聯，共同解決施工過程中的問題，從而形成了三方良性互動的管理模式。北京綠地中心專案 BIM 團隊是專案總工程師和六建 BIM 中心負責人共同牽頭，由六建 BIM 中心配備建築、結構、機電專業 BIM 工程師各一名，專案各技術專業，預算、品質安全、專業分包單位設置專項負責人參與 BIM 組工作。	E1, E2, E3, E4, A1, A2, A4, A5, A6, A8, A10
深圳平安金融中心(中建三局第二建設工程有限責任公司安裝公司)	深圳平安金融中心總建築高度為 660 米，分塔樓、裙樓和地下室三部分，塔樓 118 層，裙樓 10 層，地下室 5 層，總建築面積 50 萬平米；採用 BIM 軟體建立建築模型，利用軟體中的機電材料設備庫及其系統負荷、管線碰撞檢測等功能，分系統建立整個機電模型，再利用整合平台進行 3D 渲染，動態漫遊及施工工序的演示。在施工階段把整合平台運用到整個機電系統，進行全方位的進度類比。由二維碼廠商合作建立統一的編碼規則，包含機電構件安裝定位、尺寸材質等相關資訊，所有資料存儲於資料管理中心，並隨材料採購清單發放至材料廠家，在廠裡完成編碼工作，依工序預製後進對應編碼施工安裝。	E1, E2, E3, E4, A1, A2, A5, A6
中國石油科技創新基地北京石油機械	北京石油機械廠新廠位於北京市昌平區國家工程技術創新基地東北部，占地面積約 11.77 萬平方米，總建築面積 7.35 萬平方米，該專案設計積極採用“五新”技術和推廣“智慧工廠設計”、“綠色工廠”的設計理念，	E1, E2, E3, E4, A1, A2, A4, A3,

案例名 (應用方)	專案概述	BIM GfO 應用
廠搬遷改造專案(機械工業第六設計研究院有限公司)	搭建好 BIM 技術平臺，保持核心競爭力，在設計、施工、以及運營維護全生命週期過程中應用 BIM 解決方案，為專案建設的投標、競標、方案設計、基礎設計、詳細設計、現場施工指導、運行和維護等各個階段都能提供有力的支撐，以及更優質的設計與服務。	A5, A6, A7, A10, O1
上海市黃浦區申都大廈改建工程(現代設計集團華東建築設計研究院)	全生命週期運用 BIM 平臺的代表性專案：本工程屬多層公共建築，耐火等級為二級，地下室耐火等級為一級，主體結構採用鋼筋混凝土框架結構，局部鋼框架結構。改造採用鋼結構加固措施，改造後框架抗震等級為三級。建築呈 L 形平面，L 形兩長邊分別為南向、東向。此項目改建的出發點和定位是綠色、節能、智慧化辦公樓示範建築、既有建築改造的範例、各種先進數位化建築技術的載體，項目將充分利用 BIM 平臺提供高品質的設計服務，並將 BIM 模型成功應用在專案管理和運維管理中。	E1, E2, E3, E4, E5, A1, A2, A3, A4, A8, O1, O2, O3

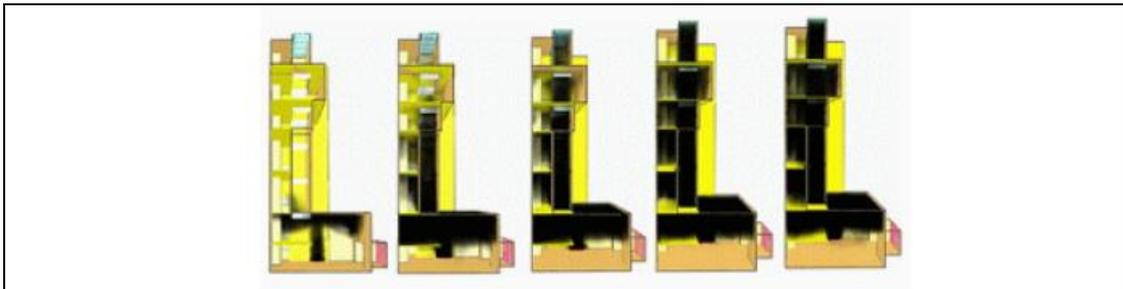


圖18 火災中庭頂部自然排煙時各層火災蔓延情況

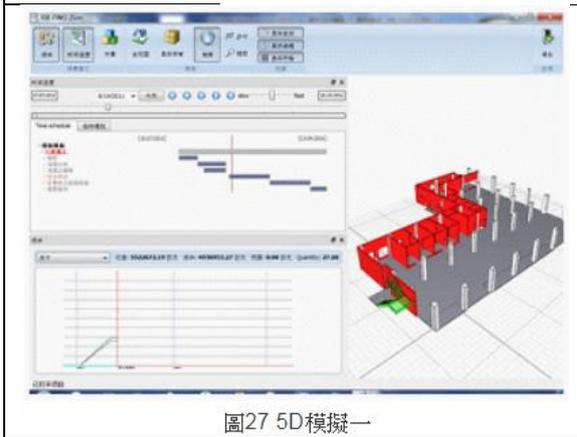


圖27 5D模擬一

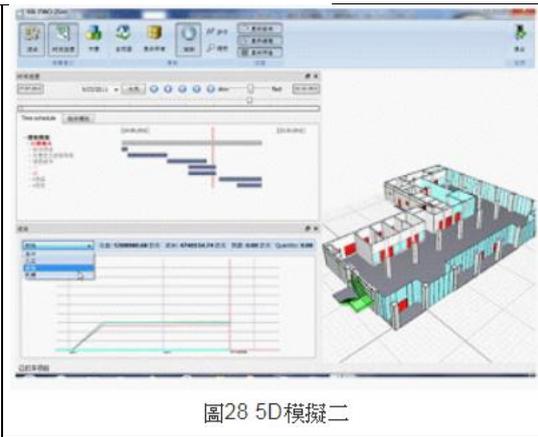


圖28 5D模擬二



圖 6.3 上海申都大廈改建工程 BIM 應用在防災、空間規劃與資產管理之應用狀況截圖

### 第三節 國內發表的應用 BIM 案例

在國內發表的 BIM 應用案例部份，本研究整理工程實務性的文章，主要以中興、世曦、亞新三大顧問公司，及新北市政府的應用案例為主，代表性的案例如表 6.3 所示。

表 6.3 國內工程界正式發表的 BIM 應用案例彙整表

案例名 (業主)	案例概述	BIM GfO 應用	備註
衛武營藝術文化中心新建工程(文化部)	該中心主體建築設有 2,260 席的戲劇院、2,000 席的音樂廳、1,254 席的中劇院以及 470 席的演奏廳，獨特的非線性自由曲面造型及空間量體使工程施工頗具挑戰。複雜的 3D 結構體構件、自由曲面金屬屋頂、3D 鋁玻璃帷幕牆系統、使用造船技術的鋼表皮、錯綜複雜的外內幾何關係、及精密規劃的室內裝修設計都應用 BIM 技術解決；除了一般的結構體施工規劃、樓板標高檢查、衝突檢測、機電系統整合和物	E1, E2, E3, E4, A1, A2, A5	DBB

案例名 (業主)	案例概述	BIM GfO 應用	備註
	料使用數量估算、特殊造型工項檢查、BIM 模型生成施工現場製造圖。進入施工階段前，也做了 3D 模擬外觀和 4D 工序。		
中興工程研究大樓(財團法人中興工程顧問社)	台灣地區第一個全生命週期 BIM 應用案例：基地面積 3,845.2m <sup>2</sup> ，總樓地板面積 15,285.6m <sup>2</sup> ，地上七層鋼骨結構、地下三層鋼筋混凝土構造。以 BIM 整合智慧建築作業流程、細部設計階段能源模擬與協同設計整合、發包階段施工圖說製作與 BIM 交付、施工階段工程品質與進度控管、營運階段建築設施管理維護平台建置。	E1, E2, E3, E4, E5, A1, A2, A3, A4, A5, A6, A7, A8, A10, O1	DBB
富邦 A10 商旅大樓	在施工階段 BIM 顧問以新建商旅大樓的機電管線工程 BIM 應用為主，除了藉由軟體進行衝突檢查，也以視覺化方式檢討構思更佳的配置方案，降低以往需要深厚專業知識才能有效執行的專業門檻，達到多方專業者的視覺溝通，大幅提昇設與施工的品質。	E1, E2, E3, E4, E5, A1, A2, A4, O1	DBB
新北市永和、汐止及樹林國民運動中心	永和：地下 3 層地上 7 層，總樓地板面積 19,600 平方公尺；汐止：地上 8 層，總樓地板面積 10,800 平方公尺；樹林：地下 1 層，地上 5 層；由具 BIM 能力的統包商執行設計與施工整合之 BIM 應用；搭配新北市政應之 BIM 建照輔助查核為一特點。	E1, E2, E3, E4, A1, A2, A3, A4, A9, A10, O1	DB
台北市和平國小暨籃球運動館	地上一層地上六層，基地面積 41,789m <sup>2</sup> ，學校行政大樓及世大運籃球運動館，總樓地板面積 49,169m <sup>2</sup> ；由 BIM 顧問發表以 BIM 技術整合設計到施工的資訊，以提昇效率。	E1, E2, E3, E4, A1, A2, A3, A10	DB
新北市三重、蘆洲、淡水區國民運動中心	三重：地上七層、地下二層、筏基；蘆洲：地上五層、地上一層、筏基；淡水：地上五層、地下二層、筏基；共三座國民運動中心，由 BIM 顧問發表的基本設計和細部設計的 BIM 應用。	E1, E2, E3, E4, A1, A3, A8	DB
新北市立聯合醫院三重院區急重症大樓新建統包工程	地上 10 層、地下 3 層的建築，工程以醫學中心的等級規劃興建，規劃設置急性一般病床 145 床、加護病房 34 床、呼吸加護病房 15 床、手術室 6 間及一個可容納 300 人的國際會議中心。由 BIM 顧問發表。	E1, E2, E3, E4, A1,	DB
林口國宅暨 2017 世大運選手村第一標	A, B 兩區總樓地板面積合計約 232,993 平方公尺。預定興建地下 2 層、地上 12 層 2 棟、14 層 1 棟、15 層 3 棟、16 層 1 棟、17 層 1 棟、18 層 3 棟、20 層 3 棟之鋼筋混凝土造建築物，共 14 棟。由 BIM 顧問發表成果，除基本的設	E1, E2, E3, E4, A7	DB

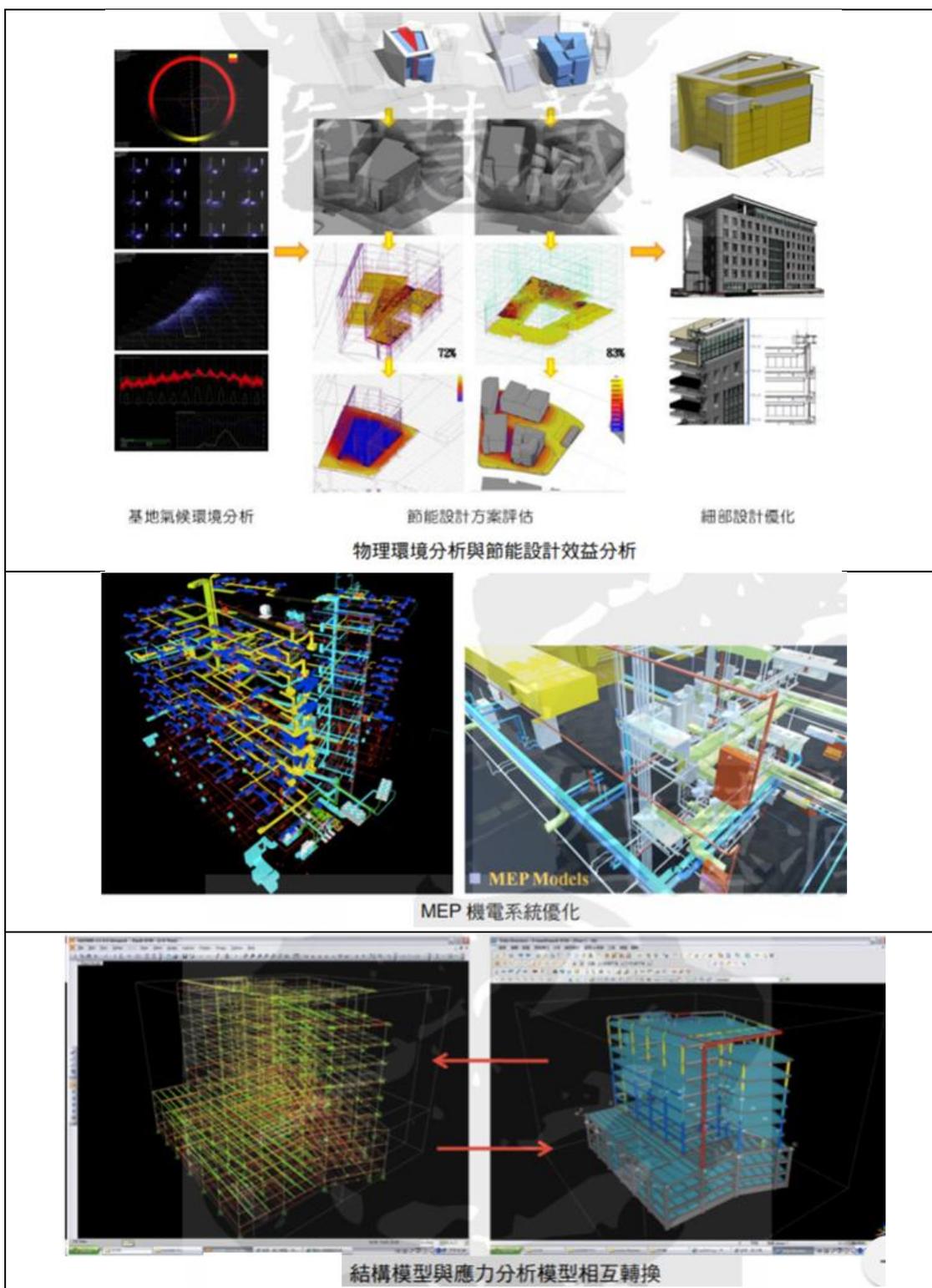
案例名 (業主)	案例概述	BIM GfO 應用	備註
	計整合應用外，與 GIS 整合，結構分析模型直接轉換結構 BIM 模型為主重要特色。		

文化部的衛武營藝術文化中心新建工程，由國際級的建築師設計獨特的非線性自由曲面造型及空間量體，使工程施工頗具挑戰；施工廠商成立的 BIM 中心在這些施工關鍵議題上，採用 BIM 技術逐一解決，不僅是目前台灣地區少有的施工方導入 BIM 案例，也因此立下營造公司擴展 BIM 經驗技術到設計端，甚至成立為設計及施工服務的 BIM 顧問公司的典範。

在沒有政府營建策略支持也沒有實質產業基金補助的狀況下，雙北市政府結合統包與 BIM 技術的做法，對國內 BIM 技術的發展產生非常重要的激勵和鼓舞作用；在表 6.3 中列出的新北市各區國民運動中心興建案，雖然大都是將建築師的二維設計圖轉製成 BIM 模型後進行應用，然基本的 BIM 應用技術已經相當成熟，這種由 BIM 顧問發表成果的主要模式在推動 BIM 的初期是可以理解的，但不少案例在實際施工時尚未應用所建 BIM 資訊，則顯得相當可惜；經本研究諮詢探究，應該是主導統包案的營造公司本身 BIM 能力尚未成熟，BIM 能力較強的統包團隊，例如表中的永和、汐止、樹林運動中心統包案，該案主導統包的營造公司具有很強的 BIM 能力，且又積極整合建築師事務所和機電分包商，在設計及施工階段都充份發揮 BIM 技術的效率，甚至配合新北市政府試辦的 BIM 建照輔助查核，成為少數應用 BIM 做「A9 設計圖審」應用的案例。

中興工程研究大樓的業主是中興工程顧問社，本身負有工程技術領導創新的責任，在其子公司已具成熟的 BIM 能力時，正逢興建研究大樓的需求，故以業主需求全面試行 BIM 技術，在該篇應用實務成果報導的文章中，除了法規檢核外，依 BIM GfO 分類的五項必要及九項加值 BIM 應用都已完整呈現，也將 BIM 資訊擴展串接至業主的設施管理平台，部份應用成果展示截圖如圖 6.4 所示，應該算是台灣地區第一個全生命週期應用 BIM 技術的專案。

以表 6.3 的案例綜整國內應用 BIM 的狀況，可知主要是由大型工程技術顧問公司及小型專業 BIM 服務公司，在設計階段協助建築師進行 BIM 應用，在施工階段的 BIM 應用方面則受限於施工方的 BIM 能力，及諸多工程實務問題而尚不普遍，業主以 BIM 進行資產管理的報導也還相當罕見。



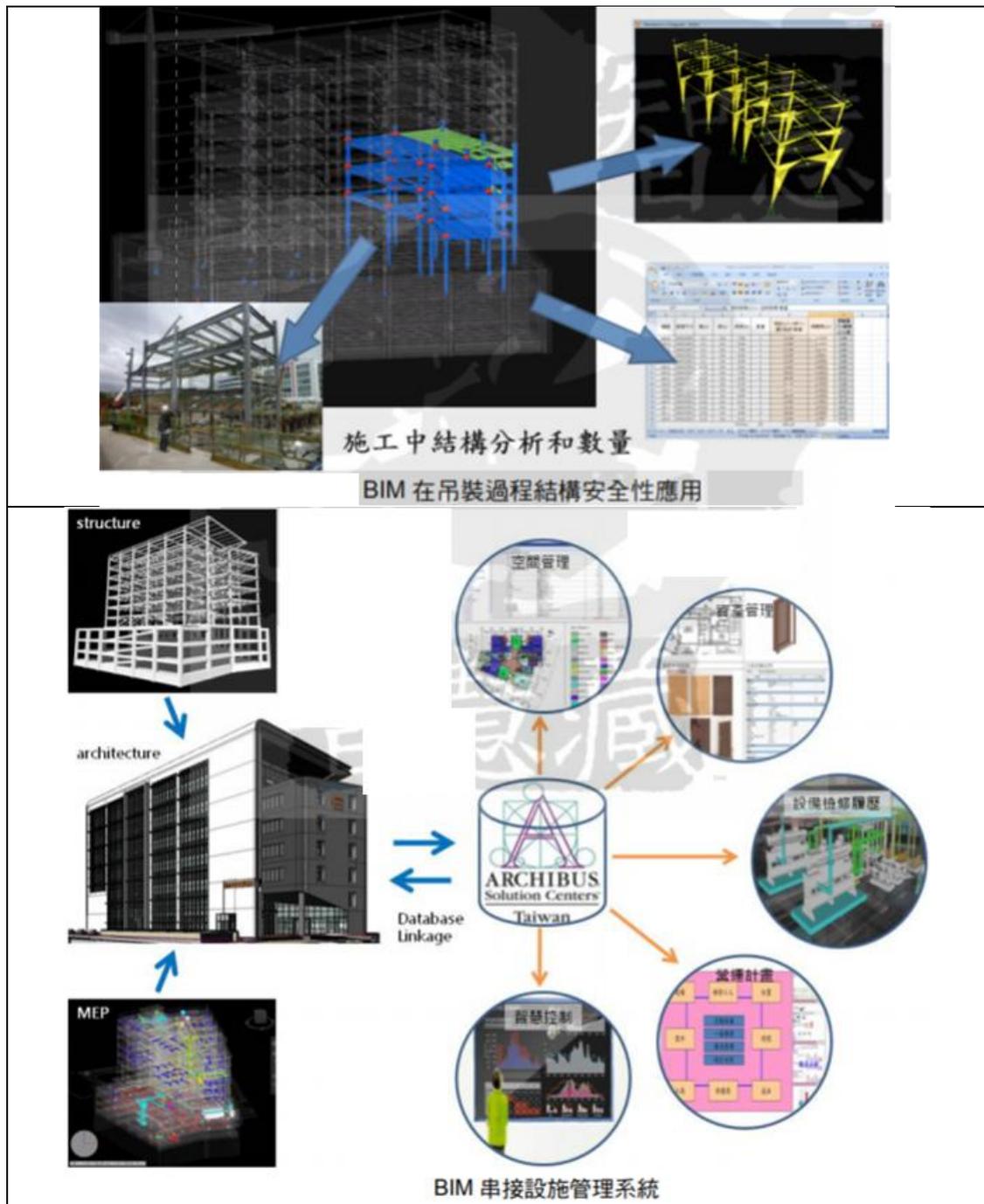


圖 6.4 中興工程研究大樓為台灣地區第一個全生命週期 BIM 應用案例



## 第七章 結論與建議

本章說明為推廣內政部建築研究所擬訂之 BIM 指南，而建立的應用教材及培訓計畫的成果，計有六點結論四點建議，分述以下二節。

### 第一節 結論

流程的改變是推動 BIM 的重點，為加深產業界對於建研所在 2015 及 2016 兩年制定的「BIM 協同作業指南」之認識，並加深加速 BIM 技術在國內建築專案之應用，本研究旨在建立 BIM 協同作業指南之應用案例，並有計畫地進行推廣教育，以便能達到政府推動 BIM 技術之施政目標。經由以文獻分析法整理最近二年歐美先進國家擬定的 BIM 指引相關文獻，再對照 BIM 協同作業指南的相應文件和建議的應用方法，經綜合彙整後，已編訂完成應用案例教材列如本成果報告之第三及第四章，也完成北、中、南三場推廣說明會，經諮詢國內應用實務專家之意見後，得到以下的回饋結論：

- 一、我國 BIM 協同作業指南的內容相較美英澳等大國簡要，對儲存格式、資訊交換流程標準，抱持遵照務實可行的國際標準為原則，主要重點在於掌握住 BIM 應用目的，將用 BIM 做為溝通工具執行專案的經驗教訓轉化為最佳實務，列在 BIM 指南中供參照，並確保工程實務上之可行性，是較適用於台灣地區的務實做法。
- 二、歐美最近在實務運作上發展出業主 BIM 代表(Owner BIM Representative)、專案 BIM 經理、及各分專業的 BIM 帶頭人共三個層級的 BIM 角色，其中的業主 BIM 代表亦有 BIM 流程經理(BIM Process Manager)的意涵；我國 BIM 協同作業指南則只有 BIM 經理及各分專業 BIM 協調員兩個層級，在實務運作上則又有 PCM 協助業主監督 BIM 流程，應可比照國外經驗，多設置代表業主的 BIM 流程經理一職。
- 三、本研究編撰之案例教材以引用我國 BIM 協同作業指南之文件「TW-03 組織導入 BIM 執行要項」做為起點，鼓勵營建公司能有改變定見及準備好變革管理的因應策略，以期能使公司順利採用 BIM，也就是在公司(私部門組織或公部門機關)導入 BIM，是確保 BIM 能在專案發揮效益的基礎工作；因為營建專案的執行牽涉許多不同的公司，所以，愈多營建相關公司導入 BIM，

則將使 BIM 的環境愈成熟，以 BIM 執行專案的效益愈高；專案團隊中若有成員的公司沒有導入 BIM，則將會減低部份 BIM 應用效益。

- 四、依 BIM 協同作業指南提供的「TW-00-3 公共統包工程採購契約範本(BIM 工作條款，適用於建築工程)」及「TW-01 營建專案之 BIM 特定條款」兩份文件，進行統包案發包工作，可以納入 BIM 工作內容、BIM 服務費的給付條件、BIM 相關智慧財產權、及 BIM 相關會議的規定；針對這些規定可能出現的缺失，本研究預計提出「BIM 協同作業指南引用之主契約中與 BIM 相關條款之修訂建議」如表 3.6 所示。
- 五、最近的指標性統包 BIM 案例是在「統包需求計畫書」中獨立一章 BIM 作業準則，也都引用我國 BIM 協同作業指南的部份內容，經由比對本教材模擬案例的 BIM 作業規定，可明顯看出本應用案例教材模擬的案例，至少還具有三項優點(1)採用制式主契約，完整引入 BIM 特定條款及 BIM 協同作業指南；(2)明確的 BIM 需求及合理的交付項目，兼具一致性及個案獨特性；(3)引用 BIM 協同作業指南之所有參考性文件，包括相當於 BIM 建置規範的「建模導則」及各不同專業的建模細則。
- 六、依照 TW-04 BIM 執行計畫(BEP)制定要項，可以完整擬定雙方合意且因個案而異的 BEP；已導入 BIM 的業主可以將公司的資訊需求及建模規範針對個案狀況置入 BEP 中，也可以依個案所需建置的模型元件，參照 BIM 協同作業指南附錄 D 的建模導則，逐一將建模需求與規範(建置方式)寫入 BEP 中。

## 第二節 建議

本研究已完成完整的應用案例教材編撰工作，提出供實務應用專家審核修正，也依照原訂計畫在北、中、南辦理三場推廣說明會，並遵照工作小組及專家們的意見，加強蒐集近年來國內應用 BIM 的案例，另編成一章以豐富 BIM 應用案例教材。對於 BIM 協同作業指南之應用及推廣，本研究提出以下建議：

### 建議一

**立即可行建議：**發佈「我國 BIM 協同作業指南應用案例教材」供國內 BIM 教育訓練使用

**主辦機關：**內政部建築研究所

**協辦機關：**財團法人台灣建築中心、中華民國全國建築師公會、中華民國電機技師公會、中華民國結構工程技師公會全國聯合會、中華民國土木技師公會全國聯

## 合會

本研究以應用 BIM 協同作業指南為目的，編定推廣教育訓練所需的應用案例教材，工作小組及諮詢專家大都認定是推動 BIM 必備的通識教材，除了可將教材的重點用做 1 至 2 小時的 BIM 觀念課程外，引用 BIM 協同作業指南的重點細節，則可用做 3 至 8 小時的 BIM 流程經理訓練課程。

本報告的國內外文獻彙整可做為 0.5 至 1.0 小時的 BIM 概念課程教材，應用案例部分則可做為應用 BIM 指南之案例教材，視情況編共 0.5 至 2.0 小時的課程使用，至於本研究模擬案例之交付模型檔，則可發佈成免費軟體可讀之檔案，供做 3D 模型的操控、巡視、與檢閱能力之 1.0 至 2.0 小時的實做課程所用教材。

## 建議二

**立即可行建議：我國 BIM 協同作業指南進版公開發佈建議**

**主辦機關：內政部建築研究所**

**協辦機關：財團法人台灣建築中心、中華民國全國建築師公會、中華民國電機技師公會、中華民國結構工程技師公會全國聯合會、中華民國土木技師公會全國聯合會**

依英美等國的經驗顯示，BIM 技術流程的發展隨軟硬體環境及經驗累積而持續更新，國內營建產業這兩年來對我國 BIM 協同作業指南及相關文件的應用，已累積有部份案例經驗，在本研究的專家諮詢中亦有部份回饋經驗。

針對國內實務運用 BIM 時常出現 BIM 應用工作不明確、專案團隊不理解 BIM 工作內容、BIM 交付成果無法達到原專案擬定的 BIM 目標等缺點，本研究提出的 BIM 應用區分必要、選擇、及業主的三類，且區分模型交付項目與應用成果交付項目等，可供實務應用單位參考引用。

## 建議三

**中長期可行建議：進行 BIM 成熟度相關的本土化研究**

**主辦機關：行政院公共工程委員會**

**協辦機關：經濟部、國家發展委員會**

我國 BIM 協同作業指南的應用乃以組織導入 BIM 做為起點，依照國外評量 BIM 績效的指標中，有 BIM 能力級數(BIM Capability Stages)、BIM 成熟度(BIM

Maturity Level)、及 BIM 競爭力(BIM Competencies)等,後者即是個人 BIM 能力,在「我國 BIM 協同作業指南」中已有明確的規劃。

BIM 能力級數及成熟度,分別指公司或組織的 BIM 能力及資訊流程的成熟度,主要受產業的資通訊環境所影響,在營建專案的全生命週期中參與的公司或組織相當多,若能有這兩項指標,則在擬定 BEP 時考量不同團隊的能力級數與成熟度,務實地加強加深團隊合作,提昇專案的執行績效。

## 參考文獻

1. 邱垂德、鄭紹材、余文德，「我國BIM協同作業指南之研訂—設計與施工階段資訊交換」，內政部建築研究所委託研究報告，2015年12月。
2. 余文德、鄭紹材、賴朝俊，「我國BIM協同作業指南執行要項研擬」，內政部建築研究所委託研究報告，2016年12月。
3. 何明錦、劉青峰，「借鏡國際做法、構思臺灣BIM策略」，中國工程師學會工程雙月刊，第87卷05期，頁18-25，2014。
4. 耿躍雲，「申都大廈改建工程全生命周期BIM應用」，建築技藝，第3卷，頁217-221，2012年6月。
5. 陳志文，「中興工程研究大樓BIM技術整合之實務應用」，中興工程，第120期，第105-113頁，2013年7月。
6. 鄭泰昇、陳嘉懿，「國內BIM元件通用格式與建置規範研究」，內政部建築研究所委託研究報告，2015年12月。
7. Peter Hansford, Mark Bew MBE ,Specification for information management for the capital/delivery phase of construction projects using building information modelling, Incorporating Corrigendum, PAS 1192-2:2013.
8. AEC (UK) BIM Technology Protocol, Practical Implementation of BIM for the UK Architectural, Engineering and construction (AEC) Industry, Version 2.1.1, June 2015.
9. Henry L. Green, Hon, National BIM Guide for Owners, National Institute of Building Science, January 2017.
10. ,Australian Construction Industry Forum, A Framework for the Adoption of Project Team Integration and Building Information Modelling, December 2014.
11. Pietari Pellinen, Developing design process management in BIM based project involving infrastructure and construction engineering, Thesis 4/2016.
12. Bilal Succar, Willy Sher, Anthony Williams, An integrated approach to BIM competency assessment, acquisition and application, 2013.
13. Bilal Succar ,Mohamad Kassem ,Building Information Modelling: Point of Adoption, June 3, 2016.
14. Kristine K. Fallon ,Mark E. Palmer ,General Buildings Information Handover Guide: Principles, Methodology and Case Studies, August 2007.

15. The Uses of BIM, Classifying and Selecting BIM Uses, Version 0.9, September 2013.
16. Bilal Succar, The Five Components of BIM Performance Measurement,
17. The Guide to Building Information Modeling, Belgian Guide for the construction industry, Version 1.0, 2015.
18. NATSPEC National BIM Guide, v1.0-September 2011, Reconfirmed March 2016.
19. Martin Egger, Kerstin Hausknecht, Thomas Liebich, Jakob Przybylo, BIM-Guide for Germany, 2013.
20. Chang Lee, Towards BIM Guide 2.0-The current status of BIM Guides Development in South Korea, 2014.
21. ZukunftBAU, BIM-Guide for Germany, Internet Presence, 10.08.17.7–12.08, 2013.
22. Wang, Xin, The New BIM Player China, Journal of Building Information Modeling, Fall 2012, pp.27-28, 2012.
23. Rajat Agarwal, Shankar Chandrasekaran, and Mukund Sridhar, Imagining construction's digital future, McKinsey & Company, 2012.

## 附錄一、第一次專家座談會會議紀錄

「我國 BIM 協同作業指南應用案例教材與培訓計畫之建立」

### 第一次專家座談會 會議紀錄

一、時間：106 年 6 月 15 日(四) 10:00~12:00

二、地點：內政部建築研究所簡報室(一)

三、主席：王安強 副所長、邱垂德 教授

四、與會專家/研究團隊：

技聯組工程顧問股份有限公司 陳立權 建築師

桃園國際機場股份有限公司 郭至剛 課長

陳清楠建築師事務所 陳清楠 建築師

達欣整合科技股份有限公司 王紹宏 經理

新北市政府工務局新建工程處 李仲昀 副總工程司

臺北市政府建築管理工程處 鄭孟昌 股長

臺灣營建研究院產業資訊組 黃正翰 組長

研究團隊 周宏宇研究助理、朱美憶研究助理、劉心慧研究助理

內政部建築研究所 陳建忠 組長、白景富 研究員、李軒豪 研究員、劉青峰  
副研究員、陳士明研究助理

五、專家意見：

(一)技聯組工程顧問股份有限公司 陳立權 建築師

1.何謂建模主體的定義：不同單位的需求及權責釐清

(1)公部門：法的檢核及解釋

(2)業主端：開發成本的管理

(3)設計端：法的滿足、SD 精度

(4)施工端：CD 精度

(5)營運端：設備營運管理

皆會牽涉到：

A.建模的精度

B.協同作業的規範及流程

C.作業時程

D.費用

E.驗收工項的實質內容與方法

F.各種分析審查如何反應於 BIM 模型，如綠建築、智慧建築、低碳建築等

- 2.培訓計畫應區分對象、課程內容，如 BIM 經理、建模師等
- 3.協同作業的模式、流程、平台模擬

(二)桃園國際機場股份有限公司 郭至剛 課長

- 1.建議釐清「教材」、「指南」、「規範」之異同
- 2.建議納入維管階段應用方法
- 3.請定義或說明各 BIM 角色之身分歸屬，是業主、廠商或第三方
- 4.或可協助建立結合 BIM 後可採之管理模式
- 5.契約修訂應考量計價付款條件如何設定
- 6.案例建議有從規劃、設計到施工、應用的完整過程，並指出可改善之處
- 7.設計階段 BIM 工作推動執行方式是否納入指南?
- 8.BIM 成果驗收方式或表單格式、項目之差異是否納入指南?
- 9.案例可依「建築物類型」或「發包方式」、「操作方式」分類，以利使用者參考
- 10.與國外案例比較之後，是否可以互相配合、協作?

(三)陳清楠建築師事務所 陳清楠 建築師

- 1.BIM 協同指南對於 BIM 專案流程管理非常重要，對於本案的重要性非常認同
- 2.目前的 BIM 協同作業指南的法令位階為何?是否屬公部門公開文件?主管機關為何?
- 3.國內案例建議可向 BIM AWARD 得獎案例邀稿。
- 4.建議針對 BIM USE 可探討作業流程、品質管制、可交付成果等補充說明。
- 5.契約範本的修訂議題很大，建議再邀集產、官、學研單位共同商討
- 6.國內 BIM 新增加的專案，如 BIM 經理、協調員、建模員...的角色，職掌應明確定義，並考量未來的技術培訓與認證。

(四)達欣整合科技股份有限公司 王紹宏 經理

- 1.目前 BIM 應用與交付中有碰撞檢討、綠能分析、數量計算的實務執行與驗收爭議較多，建議可納入案例。
- 2.資訊交付的內容比較少提及各專業與相關資訊的建立規則。
- 3.人員編制上的資格認定。

- 4.可參考「北愛政府 BIM 採購指南」，在業主方/政府方先建立 Pre-BEP，並結合新的角色「業方 BIM 經理」。
- 5.BIM 應用需回溯 BIM 目的，在不同類型的建物，發包模式與專案特性下有不同的需求。
- 6.對不同的專案人員/專業的 BIM 訓練課程可開設類似學分制的方式，如建築師需上滿通識 BIM 加上專業應用(設計綠建築...)、營造主任需上滿通識 BIM 加上專業應用(4D、營建管理應用、工地放樣)。

(五)新北市政府工務局新建工程處 李仲昀 副總工程司

- 1.目前於服務機關本年度議持續就統包作業專冊、BIM 契約指引及營運管理模式第三項與本案相關，未來可與研究團隊討論交換意見。
- 2.按執行經驗，統包模式(DB)與傳統模式(DBB)，面對契約架構與團隊組成變異性不同，建議分別討論兩種不同模式下可能需要不同的契約原則，例如 DB 須要開放性的 BIM 作業條款，以應統包得標後不同團隊及設計發展；另 DBB 須要的可能在於主辦單位對於專案瞭解下各別工項適合採用 BIM 的作業條款。
- 3.以 DBB 模式而言，建議思考建立個別工項作業條款下涉及整體工程採購契約下，BIM 產出之圖說/數量之有效性原則等契約面問題，並就 BIM 工項協作模式下如何納入工作會議、成果驗證、品管送審、計量計價等實際流程。
- 4.就 BIM/FM 之管理發展而言，建議分離工程階段如何彙整有利營運管理所需之數位資訊(模型、元件、屬性資料等)，而管理系統的運作流程或模式，仍須管理者定義/發展。

(六)臺北市政府建築管理工程處 鄭孟昌 股長

本案建議從國情、角色定位、流程及案例取材等面向納入考量，建議如下：

- 1.國情：英美澳 BIM 指南有哪些部分適合台灣，建議應摘錄適用本國之規範，做為示範案例之執行依據。
- 2.角色：角色定位(營造、設計、PCM、監造...等)及業主需求應提供明確權責、義務價值及衝擊等，以利後續 BIM 專案或 BIM Manager 執行之依據。
- 3.流程：執行過程很重要的是各階段的資訊交付、流程的節點、交付資訊規範、資訊正確性及驗收方式等，應能在案例中呈現，指南與現行法令是否衝突，特定條款之彈性及執行方式建議。

4. 案例取材：本案案例分析方式採回溯已完成案子建模，建議可增加雙北以執行 BIM 案子，示範案例建議包含 DB 及 DBB 執行流程的資訊交付方式及驗收標準，以確保業主需求。

(七) 臺灣營建研究院產業資訊組 黃正翰 組長

1. 本案主要目標應該為培訓 BIM 管理師，因為各階段需求不同，以及交付項目成果不同，建議管理師的培訓教材可以依據前兩年的成果區分 PCM、設計單位、營造單位等等進行分類。
2. 業主需求面的部分應該在計劃初期跟後續維護管理單位配合 FM 進行討論，其中也要考量各階段資訊的配合。
3. 各階段資訊的交付要考量後續是否有相關資訊回饋機制以及流通，如何流通？
4. 培訓教材須考量案例之選用，建議可以選擇較多的工程種類，如教學大樓、辦公大樓以及長照設施或是醫院。
5. 有關於服務費用的部分以及管理師的部分職權，建議融入教材與教學中
6. 推廣方式初步建議由建研所或是營建署利用品管班或是勞動部職訓的方式，由代辦機關辦理教育訓練事宜，並由建研所或是營建署考試後發放證書。

(八) 內政部建築研究所 陳建忠 組長

1. 第二章新增許多新的研究分析成果，請修正以前的成果，以免多網多本，致使用者多網多本，本土、在地有優勢者，宜請修正納入。
2. 章節請用中文名詞，使用專案乙詞，宜在工程契約及相關國內名稱規範，交叉比對，適度選用。
3. 培訓計畫宜有師資庫、課程時間、受訓人員需求、分人員類(業主、專案管理、監造、建築師、機電、結構)參考以往公程會或工地主任培訓之課目及實作教材，(目前沒看到教材，只是一個案例的故事)如果只是流程經理，受訓人員似乎需求量不大。
4. 回溯案例宜予原傳統案比較各階級人力、使用時間、成果。
5. 曾就本案去年(前)年研究團隊，本指南及案項是否為新加坡版抑或英國版，經回已本土化，教材在製作時，宜再檢視予以修正。本案有指南，應用指引，案項有何定義及位階，關聯的關係，請補充。

## 附錄二、第二次專家座談會會議紀錄

「我國 BIM 協同作業指南應用案例教材與培訓計畫之建立」

### 第二次專家座談會 會議紀錄

一、時間：106 年 8 月 4 日(四) 10:00~12:00

二、地點：內政部建築研究所簡報室(一)

三、主席：王安強 副所長、邱垂德 教授

四、與會專家/研究團隊：

大陸工程股份有限公司 江志雲 副理

內政部營建署 陳耿裕 隊長

台灣世曦工程顧問股份有限公司 蘇瑞育 副理

林志瑞建築師事務所 林志瑞 建築師

新北市政府工務局新建工程處 李仲昀 副總工程司

研究團隊 周宏宇研究助理、朱美憶研究助理

內政部建築研究所 陳建忠 組長、劉青峰 副研究員、厲妮妮 研究員、白景富 研究員、李軒豪 研究員、謝宗興 研究員、許銘珊

五、專家意見：

(一) 大陸工程股份有限公司 江志雲 副理

1. BIM 服務費若以工程費 1%，缺少工程規模的參數，如：總樓地板面積 10,000m<sup>2</sup> 與 70,000m<sup>2</sup>，一律都用 1%？應可再微調。
2. 目前 BIM 應用項目應與現況傳統流程可銜接(如：可否取代現有的圖說?)，才不致淪為 BIM 模型不在設計流程之中。
3. 機電設計流程如何與 BIM 設計整合是一大挑戰。也就是應考量細設時間的給予。
4. 在 BIM 應用中，A5 數位製造，A6 數位放樣，A10 施工系統設計，要在一般施工階段需要高精密儀器或特殊設計才會應用，是否在目前階段列入培育教材？宜慎思。

(二) 內政部營建署 陳耿裕 隊長

1. 本次專家提供意見包含作業流程、文件研擬、實際操作、產業生態改善等許多面向，建議應先釐清原計畫目標，以利後續研究計畫內容之聚焦修正。
2. 簡報第 25 頁提及運用 BIM 於資產管理，因竣工資料繁多，如完全納入

BIM 模型，將造成資料過於龐大，建議研究計畫內容說明需導入之內容及方式。

3.簡報第 19~20 頁之實施流程，目前工程經費審議結果已無需報行政院核定，流程建議修正。

4.有關表 1 之統包主契約條款修正

(1)第 2 條：建議參照統包實施辦法，「本工程標的之細部設計」建議修正為「本工程標的之【基本設計、】細部設計」；「本工程標的之供應及施工」建議修正為「本工程標的之施工」。

(2)第 3 條：BIM 服務費應含於契約總價內，由統包廠商報價即可，似無需特別規定計算方式。

(3)第 5 條：實務上，BIM 可能為分包廠商，建議仍應保留服務費之給附條件，讓 BIM 分包廠商得以估驗計價，較為公平合理。

(三) 陳台灣世曦工程顧問股份有限公司 蘇瑞育 副理

1.教材以模擬案例說服力可能有所不足。建議可以應用本指南的實際導入工程案為案例，目前桃園推動 4-5 案的社會住宅都是採用本指南，副市長預定 9/16 辦理上述工程案 BIM 成果，可參考納入教材。

2.人材培訓建議分成三級：①業主②管理端③實務端，以角色任務切入比較有感，甚至與原專業結合。

3.BIM 指南目前在本公司在桃園中路案應用案例上，有幾點心得

(1)計畫趕不上變化，業主的需求與變更需要管理。

(2)應用誘因與罰則不清。

(3)BIM 應用例太多對工程無益，只產生困擾。

(4)BIM 模型只是 Souce Code，收存不用太在意，應專注於產出的圖說、模擬設計意圖、分析、數量、工程問題。

(四) 林志瑞建築師事務所 林志瑞 建築師

1.報告書中之案例建議可考慮利用桃市公宅案之進行中實例，可為較貼近目前市場情形。

2.目前 BIM 之較難全面推廣之主因，為費用太低，除設計單位(如建築師事務所)及下包協力廠商(如機電、結構、消防等)也難以達到預期成果，甚而抗拒導入 BIM。

(五) 新北市政府工務局新建工程處 李仲昀 副總工程司

1. 首先就本次會議說明，研究團隊提出有關組織導入業主策略以及 BEP 的重要性，個人表示支持與肯定。
2. 按團隊介紹「德國 BIM 指南架構」已有就建築、結構、機電等分別建立其規範，相較美國 18 項應用項目，德國似已就工作項目分訂 BIM 要求，已有聚焦。實務上，建議團隊思考，就議題一之交付項目、執行目的等實務要求，宜就不同階段之作業內容以工作別評估其作業要求、技術發展與國內設計、施工之品管程序做對應，似能較有效符合國內產業分工模式。
3. 另外，即使依美國建議基本必要 5 項之應用，因應個案建築特性，仍有個案因地、因案的特殊需求，建立管理者辨識及擬定需求的確認與擬定，應較符合管理目的。
4. 故有關 BIM 作業項目、給付條件、作業流程、允收標準等，宜就工種評估技術可及性與個案特性需求的因應模式。



## 附錄三、第三次專家座談會會議紀錄

「我國 BIM 協同作業指南應用案例教材與培訓計畫之建立」

### 第三次專家座談會 會議紀錄

一、時間：106 年 12 月 6 日(三) 14:00~16:00

二、地點：內政部建築研究所簡報室(一)

三、主席：王安強 副所長、邱垂德 教授

四、與會專家/研究團隊：

達欣整合科技股份有限公司 王紹宏 經理

財團法人台灣建築中心 李明濤 經理

林志瑞建築師事務所 林志瑞 建築師

閻家銘 董事

研究團隊 周宏宇研究助理、朱美憶研究助理

內政部建築研究所 陳建忠 組長、白景富 研究員、陳士明研究員

五、專家意見：

(一) 達欣整合科技股份有限公司 王紹宏 經理

1. BIM 人員的資格/資歷認證。

2. 教育訓練時數增加：BEP 與 BIM 交付各 2-4 小時，共 8 小時；BIM 概念增加 2 小時。

3. BIM 指南應用結合英、美的執行條件。

(二) 財團法人台灣建築中心 李明濤 經理

1. 報告書用字的一致性，也請注意是否有法定用語。

2. 施工階段輸出主要材料數量是否僅供工程主辦機關參考。

3. 工地主任訓練的權責單位應為營建署。

4. 訓練課程也可考慮錄製成數位教材，放在 Youtube、e 等公務員、工程會、工程主辦單位等，方便學習了解。

(三) 林志瑞建築師事務所 林志瑞 建築師

1. 本案報告已報告出各種教材之案例，擬出國內 BIM 推廣應用之建議方向。

2. 本書亦提出成果報告於北、中、南推廣，應屬可行。

3. 建議可於書本中之中央大學之例子，借由中央大學營建管理研究所師生，全力將全套施工配合本報告之建議精神，置於中央大學營建管理研究所之

網頁，藉由網路無遠弗界隨時可上網實際觀看學習，這樣可發揮全面式提昇國內營建業之水準。

- 4.上述之建議點，希望能由建研所再予輔導，本研究再依網路推廣之法另研究報告，是產官學界藉由 3C 發揮綜效另一利基點。

#### (四) 閻家銘 董事

- 1.設計人力契約、監造人力的法定計算，與 BIM 人力之間的關係，人力的需求盡量不要增加，讓原來法定工作的人力去執行。
- 2.案例教材的模型交付，應該要從階段性的工作重點開始，包含工作契約第二條附件，施工綱要規範、公共工程品質管理作業要點、行政作業需求、各單位權責與建模導則，是需要被結合的。
- 3.課程時數上對於國情、角色流程必須充分結合，才能應用落實。
- 4.付諸實施之問題，必須考慮到相關之應用，事後會計審計審核之問題。

附錄四、期中審查意見回覆對照表

委員意見	研究團隊回覆
一、江副理志雲	
<p>(一)針對報告書第 22 頁:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1.內文中關於「翻譯完成共 18 項 BIM 應用(BIM Uses)，列於本研究報告之附錄一」應為附錄二。</li> <li>2.國內大部分都是使用 EEWB 評估綠建築，但是為何 BIM 要使用 LEED?</li> <li>3.施工階段契約很少執行 E2 表達及 E3 設計審批，請修正。</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.已修正如附錄六。</li> <li>2.以 BIM 進行 EEWB 評估尚未完整，暫以「永續設計」通稱此類應用。</li> <li>3.E2 設計建模及 E3 設計成果審核是 BIM 建模應用的基本需求，泛指設計或施工方以 BIM 模型表達設計者的意圖，此設計並不專指建築師的設計。</li> </ol>
<p>(二)報告書第 104 頁的 E5 紀錄模型執行時機與第 24 頁的表達有差異，請斟酌修正。</p>	修正為 E5 集成模型匯編(Record Modeling)。
二、陳技正景德	
<p>(一)有關課程的規劃以及職能基準為依據，建議先以 BIM 應用(BIM Uses)項目為基礎建立職能基準。</p>	感謝委員指教
<p>(二)課程內容涉及未來人力培訓，建議未來課程開發能與第三案人力分級研究團隊交換及支援意見，進行資料統整。</p>	感謝委員指教
三、陳教授上元	
<p>(一)BIM 會是一個鏈結的產業，並透由此擴大產業價值才能引發效益，基本教材從 BD(Building Design)建模到 BIM 軟體應包含 Sustainable(永續)、Cost(成本)、Maintain(維護)、Management(管理)等。</p>	感謝委員指教
<p>(二)針對使用目標，進階教材是隨目標陸續加入 BIM，基本 BIM 只是給架構。</p>	感謝委員指教
四、賴建築師朝俊	
<p>(一)第 1 案與第 2 案的觀點不同，是否能說明，為何改變，理由為何？推翻了「實務」、「有成果對應」為前提，是否有利將來推演？</p>	感謝委員指教，因應國外提出新的較具邏輯性且區分必要、加值、及業主三類調整，在指南中新舊可並存。
<p>(二)若按指南此分類是成立，但將來如何應該如何推廣到實務界？</p>	感謝委員指教，具指南該有的指導性應較易推廣。

委員意見	研究團隊回覆
(三)若交付的「模型」與實際使用的「成果」脫勾，要如何驗證成果？「教材」應與「實務」結合，而非理論性探討。	感謝委員指教，並非脫勾，指交付應用成果報告。
(四)建築物如何執行 BIM 案的監造工作？因此 BIM 驗收應用是不可缺的。	感謝委員指教。
(五)建議團隊加入實務界建築師為顧問，否則紙上談兵，恐怕不易推廣？	感謝委員指教。
(六)最少資源，最大產出是運用 BIM 的最大動力。	感謝委員指教。
<b>五、鍾經理振武</b>	
(一)主推 DB(Design Build)為案例教材之原因，以及 BIM 模型和結果的差異是因(1)時間有限?(2)功能有限?(3)經費限制?等請補充說明。	感謝委員指教，大部份經驗示 DB 方式較有效率。BIM 應用的交付項本質上就有不同的模型及應用情形，故指引建議交付模型及應用成果報告兩類，以免混淆。
(二)對報告書第 5 頁之臺灣 TW-BIM Guide 有否反饋？ BIM owner Manager 所擔任的角色為何？	感謝委員指教，陸續已有國內應用的案例，如期末報告表 3-所示。代替業主管理 BIM 資訊需求。
(三)BIM 在物業管理上的需求是什麼？應如何導入教材中？	感謝委員指教，經由 E5 集成模型連結。
(四)在報告書第 64-69 頁中對資訊 (Information)的細則，如果沒有好的範例，未來在物料管理，營運成本分析等方面將難以看到 BIM 在長遠應用好處。	感謝委員指教。
<b>六、新北市工務局 譚技師羽文</b>	
(一)本局目前已發展依 COBie 架構以維運管理需求並更新於已完成之法規元件參數表與樣板，並會提供本府工程主辦單位參採。有關報告書第 126 頁 BIM 元件需求表部分，有機會可與研究團隊交換意見。	感謝委員指教。
(二)報告書第 157 頁顏色建議表與附錄四、表 19 檔案編碼原則與本府工程案業界使用有些許不同，建議研究能參採業界的現況或國際趨勢並將成果提供中央建立一 BIM 資訊標準參考，以做為地方共同推動的依據。	感謝委員指教，目前尚未有標準，本研究建議在專案層級在 BEP 中自訂。
<b>七、桃園市政府 劉幫工程師碩閔</b>	

委員意見	研究團隊回覆
(一)對於案例教材應規範建模的基準在哪，在設計、規劃、施工等不同階段在交付模型時，應依其細緻度的方式做分類。	感謝委員指教，依 BIM 協同作業指南附錄 D。
(二)BIM 的建模標準因目前市場上沒有一個固定的範疇，所以各家廠商所交付的模型與文件，精細度不一，因此是否可以透過法律或行政命令的方式去約束或規範其模型水平。	感謝委員指教。
八、中華民國全國建築師公會 林建築師志瑞、許建築師坤榮	
(一)本研究內容豐富，將國內外 BIM 協同作業指南整理得很好。	感謝委員指教。
(二)BIM Uses 之選用與評估在「BIM 協同作業」非常重要，且涉及投入成本與效益之評估，建議與 BIM uses 研究更需密切結合。	感謝委員指教。
(三)BIM 案例教材與培訓非常重要，但宜僅集中在建築研究所的「BIM 協同作業指南」。此外，宜與 BIM 人力培訓結合在一起。	感謝委員指教。
(四)BIM 應用在事業實務上宜與建築生命週期中不同專業結合，目前建築師、結構技師、機電、空調、消防技師、土木技師、景觀技師、五大管線審查未在實務上使用 BIM，若專業軟體、人員操作、經費等尚未就緒，宜更仔細考慮推動之策略。	感謝委員指教。
九、財團法人臺灣營建研究院(書面意見)	
(一)報告書第 42 頁「中央大學增建工程」僅於施工階段建立施工 BIM 模型，於設計階段無導入 BIM 技術，然設計階段與施工階段 BIM 模型勢必為不同需求所建置，研究團隊如何模擬此階段 BIM 交付之需求與內容。建議應與實際導入案例結合，加強協同作業指南適用性之驗證。	感謝委員指教，在期末報告中加列一章其它案例。

委員意見	研究團隊回覆
<p>(二)目前國內業主方掌管 BIM 的流程經理(BIM Process Manager)一般對 BIM 有認知上的誤解，甚至無 BIM 方面之基本概念，與廠商實際執行 BIM 工作的 BIM 經理常溝通有出入，造成 BIM 的效益流於模型展示與炫麗的呈現，可加強論述產業界於 BIM 專案推動上於後續應如何克服與培訓相關人員 BIM 知識。</p>	<p>感謝委員指教。</p>
<p>(三)BIM 於營建產業間推行初期勢必產生大量成本包含軟體購買、人員訓練…等，因此業主於工作項目中增加 BIM 項目應給予合理的費用，政府應站在長遠的角度上給予支持，方能增加產業間 BIM 推動的速度。</p>	<p>感謝委員指教。</p>
<p>(四)報告書第 69 頁應加強論述協同作業指南如何對應實際導入案例之內容，加強實際內容的呈現，包含交換之格式、過程中的表單、留存的資訊…等等，以確認 BEP 中明定之內容有如實交付，確保本研究成果並能應用於實際案例中。</p>	<p>感謝委員指教。</p>
<p>(五)報告書第 64 頁目前市面上使用之 BIM 軟體有數套，研究團隊於 BIM 建築資訊模型規範中，是否有考量其他 BIM 建模軟體上之元件需求內容，在實務上應是依專案不同需求應用不同軟體解決，應將軟體間資訊如何拋轉與應用之議題納入研究中，以至達成協同作業之。</p>	<p>感謝委員指教。</p>
<p>十、財團法人台灣建築中心 李經理明浩</p>	
<p>(一)報告書第 63 頁可依照 BIM 協同作業指南附錄 C 元件需求應誤植，請修正其內容。</p>	<p>感謝委員指教，已修正為附錄 D。</p>
<p>(二)建議未來可將各專業 BIM 基本建模指南規畫納入培訓教育課程大綱中，協助受培訓者快速掌握該角色應盡責任與義務。</p>	<p>感謝委員指教。</p>
<p>十一、台灣世曦工程顧問股份有限公司 蘇副理瑞育</p>	

委員意見	研究團隊回覆
(一)本公司承攬之桃園市政府中路住宅工程 PCM 委託案，為企圖透過 DB(Design Building)統包制度進行本案指南的實證計畫之一。	感謝委員指教。
(二)本公司從「契約本文」、「統包需求書-BIM 規範」、「指南附錄」還設置了很多自主檢查表，也由優質統包商承作，但事前沒預料到的事，發現建築師是一個缺口，並無法順利配合。其成因有(1)統包商的組成是否符合統包概念(2)業主需求不確定，經常性更換(3)工期短，有趕工壓力；綜上所述於現行制度上 BIM 讓建築師無法搭配修正。	感謝委員指教。
十二、陳所長瑞鈴	
(一)第 2 案及第 3 案講習會於研究課題有相呼應之處，宜結合辦理，能集中研究整體能量。	感謝委員指教。
(二)以新加坡考察的經驗，BCAA 有設備及人力租用方案，租用設備在整合時可以降低成本，且安排有經驗的指導員，可協助施工端與設計端之整合。	感謝委員指教。
十三、陳組長建忠	
(一)預期成果 1、3 的文件表單宜有空白表單，文件及填寫說明及樣稿，可參考政府各種申請文件表單，並參考都市更新專用版本，內有許多專業表單。	感謝委員指教，預計於期末報告定稿時製作。
(二)報告書第三章僅止於案例成果展示，教材更應交代協同過程需要的文件、會議、參與及執行人員。	感謝委員指教，已補足說明。
(三)教材豐富度宜參採工程會品管人員、營建署工地主任教材。	感謝委員指教。
(四)本教材授課不宜僅止於配合宣導，給予 1-2 或 3-6 小時內的訓練課程，宜務實的規劃，如何經過訓練後確實執行這三年來所完成的 BIM 協同指南，建模專訓，並能獨立作業，提昇效率，以避免初期推動就讓參與者預期上落空。	感謝委員指教。

委員意見	研究團隊回覆
<p>(五)本研究提供許多新的 BIM 圖，內外動態變化很有價值，後面有提到工程會範本似有新修正建議，請定稿後由本所函送工程會。</p>	<p>感謝委員指教。</p>
<p>十四、白研發替代役景富</p>	
<p>(一)交付文件與 BIM 的專案經理間的關係，目前較為模糊，可與第 3 案人力分級該案做配合，例如 BIM 經理須為業主審核交付模型進度、或是提供說明的功能。</p>	<p>感謝委員指教。</p>
<p>(二)建議 BIM 指南規畫培訓教育課程中，對於交付文件，也該有個示範案例協助受培訓者能快速了解所負的職責與業務範疇。</p>	<p>感謝委員指教。</p>

附錄五、期末審查意見回覆對照表

委員意見	研究團隊回覆
一、賴建築師朝俊	
(一)研究案是否符合預期。	感謝委員指導。
(二)建議將「A1 成本估算」列入基本「必要應用」，因為在設計或施工進行中，方案評選是一重要應用，如工程進行材料估驗的依據。	待相關搭配軟體及資料庫成熟後，應依委員建議列為必要。
(三)建議「E5 集成模型」的翻譯是否符合本身意義，宜再檢討之。「E2 設計表達」的翻譯也是宜再集思廣益，讓其譯詞能符合產學界要求。	同意委員看法。
(四)建議「E4 3D 整合協作」是 BIM 應用的核心價值，是否能將來明確定義，不應止於檔案交換，包括文件交換。	同意委員看法；目前指必要的 BIM 應用(E4 3D 整合協作)，重點在以 BIM 工具進行設計整合協作，減少衝突提昇效率。
(五)建模中，各工程階段建置，何種「元件」是一「核心議題」，建議將來推動時宜說明清楚，避免爭議。	依 BIM 指南之規定，這些因個案而異的重要細節，要由各參與方在合意擬定的 BEP 中詳訂，可免爭議。
二、鍾經理振武	
(一)P.99 要達到「A5 數位製造」及「A6 3D 控制與規劃」，建議研究案中除了 P113 表 4.10 的檔案命名規則，對任一元件也要有命名規則。	同意委員看法；在本案例教材中元件命名規則目前列在「分包商導入 BIM 案例教材」中。
(二)在附錄五到附錄十，每一附錄最前面各加一個 flow chart。	感謝委員指正；相關流程圖應參照 BIM 指南。
(三)附錄五到附錄九，在四、(三) BIM 資訊管理只有檔案編碼，沒有 GIS 或是元件類似編碼。	BIM 指南尚未提出與 GIS 整合之議題；元件命名規則目前列在「分包商導入 BIM 案例教材」中。
三、蘇副理瑞育	
(一)P66 與結論都有提到 BIM 費用編列，建議把 BIM 所有工作項(WBS)拆解，那些是現有的，那些工作量是超出舊的工作範疇，應列入報價單、編人月數，由廠商填入單價。(以淡江大橋為例)	感謝委員指教。
(二)BIM 推廣應用最困難就是與現有工程流程格格不入，讓廠商重工，如何解開以後、窠臼，讓廠商更順利執行，非常迫切。	感謝委員指教。因應 BIM 所需的觀念及流程改變正是 BIM 指南的重點，也是本案例材反覆強調示範的項目。
(三)COBie-CK/PAS1192 將被國際 ISO 標準納入，各國的 BIM 標準指南有	感謝委員指教。BIM 指南及本應用案例教材所採行的「協同作業流程」

委員意見	研究團隊回覆
可能會慢慢整併，若國內營建產要南向輸出，PAS1192 可能難以避免。	即採自 PAS 1192。
<b>四、陳副處長顯明</b>	
(一)本案研究團隊蒐集資料完備、製作教材及培訓計畫成果豐富，值得各機關參用。	感謝委員指教。
(二)本案最重要的成果為附件五～十二的八本 BIM 執行計畫案例教材：八本教材依其架構共分三種類型，第一類是業主類、建築師(設計監造)類、營造公司類及分包(供應)商等四項，第二類為專案管理顧問類及統包商類等兩項，第三類為設計階段類及施工階段類等兩項，前兩類是以營建生命週期中的利害關係者(業主、專案管理顧問公司、建築師事務所、統包商、營建公司及營造分包商等六類)為主題的教材，是否因為撰寫人員不同以致於其架構不同，建請研究團隊再行修訂檢討，第三類是由業主 BIM 工作小組依時間區分為設計階段與施工階段予以擬定及執行？若是，應否加入運維階段之執行計畫案例？可否併入業主類之 BIM 執行計畫案例教材內？此外，可能因為研究時間太匆促對於內文上有需要修改(如人員組織名詞錯誤、工項未完整…等)調整之處。	感謝委員指教。本指南應用案例教材以「組織導入」做為核心，除了在案例正文中說明引用「BIM 指南相關文件」及主契約導入 BIM 條款的方法外，主要是呼應「BIM 指南」指出的兩種不同採購方法的執行計畫；故在附錄中逐一示範不同組織的導入計畫(業主、建築師技術顧問、營造公司、專業分包商共四種組織)，及 DB 和 DBB 兩種不同採購方法的共三類 BIM 執行計畫；這些範例皆以「BIM 指南」文件規定的技術流程為核心，用實例說明不同專案參與方在不同的交付流程中，使用 BIM 技術的相關細節。運維階段之執行計畫尚未正式列在 BIM 指南中，正因其重要性，本研究建議遵照國外的指南，把集成模型匯編列為必要的 BIM 應用。
(三)本案第二項主題為作業指南之推廣及培訓計畫，已經依契約辦有三場講習。對於培訓計畫似過於粗略！且並未依 BIM 執行計畫案例教材之分類安排訓練，建請團隊考量採分類訓練針對不同需求人員進行訓練，以提升效率之必要性。	感謝委員指教。本指南應用案例教材之重點為「如何用 BIM 指南」是所有專案參與方通用的知識與流程作法，經由案例扼要的示範說明，各不同參與方能大體上瞭解如何遵照 BIM 指南進行分工合作，各專業方更細的教育訓練非本案例教材之範圍。
<b>五、楊董事長欽富</b>	
(一)規劃之意甚好，但勿落入建築師的創意表達，如曲面…特殊構造、坡地…建物設計是否也納入，使計畫更完整。	依文獻說明，建築師在發揮創意時不必一定要使用參數化過重的軟體工具，選用其它輕量自由度高的工具亦可達到後續的整合目的。

委員意見	研究團隊回覆
(二)成果在建築技術規則檢討 OK，是否可加強標章檢討。	感謝委員指教。
(三)可否再簡化項目，(基本的項次)，讓小型建築或小型建築師事務所、營造廠能應用。	感謝委員指教。目前狀況應可適用。
(四)學校建築教育建議落實推廣，應可使推廣成果提前實現。	感謝委員指教。
六、桃園國際機場股份有限公司 黃助理工程師泰翰	
(一)案例對於既有建築欲做 BIM 是否能多作介紹？機關對於新建工程做了 BIM 後，常欲加入週邊既有設施或建築，方便統一管理，但整合工作常過於龐大，無法評估是否有整合應用管理的必要性。相信加入相似案例教材對於公部門培訓上會有幫助。	感謝委員指教。
七、新北市政府工務局 彭技士瑞章	
(一)文中 LOD 論述未見，其與 BEP 訂定及工程採購驗收息息相關，建議補述。	依 BIM 指南相關規定，需要的元件及細緻度由各參與方在合意擬定的 BEP 中詳訂。
(二)顏色代碼律定後，未來對於可視化模型資訊結構有助益。後續建議可發展程式由 IFC 中統一調整運用。	感謝委員指教。
(三)指南流程中 P151 結論 PCM 可為業主 BIM 流程經理，尚可行，惟 P47 PCM 於流程中擬訂 BEP 與統包商應擬定 BEP 兩者關係為何，以誰為依據方可執行及採購驗收。	階段不同，PCM 擬定之 BEP 只執行到基本設計階段，統包 BEP 則從細部設計、施工、到竣工交付；兩者有一致性及延續性，依主契約及相關 BIM 特定條款執行。
(四)編碼如 CoBie、OmniClass 建議可放入指南中。	感謝委員指教。
八、侯雅壹	
(一)案例教材附錄五、八~十有關導入部分採「服務品質」的七個構面進行導入相當認可，建議導入對象的針對性可再加強，如角色與責任、資源盤點等。	感謝委員指教。
(二)另有關分包商導入部分可拆分具設計／規劃能力的廠商，及純建材／設備(元件提供者)兩類。	感謝委員指教。目前列在「分包商導入 BIM 案例教材」中已有說明。
(三)有關教材建議修正條文 P69~71、P115~116 應回饋更新至 BIM 指南。	感謝委員指教。將列入本研究之建議事項。

委員意見	研究團隊回覆
九、陳組長建忠	
(一)本案已持續做 3 年，但報告格式仍然不符，請訂正為所提提案應是本研究之成果，但表達章節以本報告書結論較佳，而建議一節的部分則建議以本所格式論述	感謝委員指正。將依規定格式修定稿。
(二)本研究發展及延伸作業指南，則已完成之版本修正，應該逐一對別出。	感謝委員指教。已將指南修訂建議列入本研究之建議事項。
(三)類似地政及都市變更作業流程及表單均未見，請補上。(如未有，請擬可使用之文件格式)	應用 BIM 指南所需的「表單」主要是導入計畫及執行計畫(BEP)，已分別列在成果報告附錄。
(四)附件六起所擬教材，似乎僅是課程大綱(有些只有 10 頁，是類似教學的課程)，詳細的教材，宜補充課程表，要考量到上過課的會獨立作業時，或許只有協同作業的嗎？	感謝委員指教。
(五)我們要解決的就是賴建築師所編的格式、資料傳遞，而賴建築師所言，似乎指出，本案尚不成熟。	感謝委員指教。
(六)指南教材應是交由任一講者都有辦法依教材來授課，依目前本案編纂的教材是否能讓任一潛力之講者依教材來授課，教材應為通案教程而非僅是課程大綱。	感謝委員指教。
(七)研究課題宜請照錄 10/30 日會議意見。	感謝委員指教。
十、陳所長瑞鈴	
(一)本案課程規劃的設定對象，目前僅設在建築業界專業人士，應導入學界課程，由本案所編的教材，應檢視後編輯成實際可用的大學課程教材，會對 BIM 推動及發展具有更重要的意義。	感謝所長指教，本團隊深信學界在向學生說明我國 BIM 協同作業指南時，會樂於使用本研究的成果。

## 附錄六、BIM 應用說明

### 一、O1 資產管理(Asset Management)

#### (一)應用敘述：

有效率地管理建物設施營運維護的流程；所謂設施是由物理性建物、系統、周邊環境、及設備所組成，必需有效率地使用、維護、及更新，才能在有限預算內滿足業主與使用人的需求；此流程也用來協助業主進行短、中、長期的營運維護規劃及與資產相關的財務決策。資產管理應用「集成模型(Record Model)」中的數據資訊，以進行建物更新或替換的成本估算、將維護成本中的相關稅目列出、並且維持得以替公司資產創造價值的完整資料庫。

#### (二)潛在價值：

- 1.存放營運、維護使用手冊及設備儀器的規範；
- 2.分析評估設備及儀器的狀況；
- 3.維護更新儀器及設備資料，包括但不限於維修時間表、保固書、成本數據、升級情況、更換狀況、故障狀況、維修紀錄、製造商數據、設備功能、及其它業主需要的資訊；
- 4.提供業主、維修團隊、及財務部門，追蹤資產設備使用狀況、效率、及整備修繕所需的完整資訊；
- 5.提供完整的現有資產表，以供財務報告、採購發包、及推估未來設備維修、升級、及更換所需的經費；
- 6.以變更追蹤的方式更新集成模型(Record Model)以便能展示在設備更新、替換、或維修前後的建物資產狀況；
- 7.經由提高視覺化程度而協助財務部門更有效率地分析不同類型的資產；
- 8.增加在建物交付使用後量測各類設施系統之功能與評估其效率的機會；
- 9.自動輸出維修工作需求表單供維修團隊使用。

#### (三)資源需求：

- 1.資產管理系統；
- 2.雙向連繫(結)資產集成模型與資產管理系統之能力。

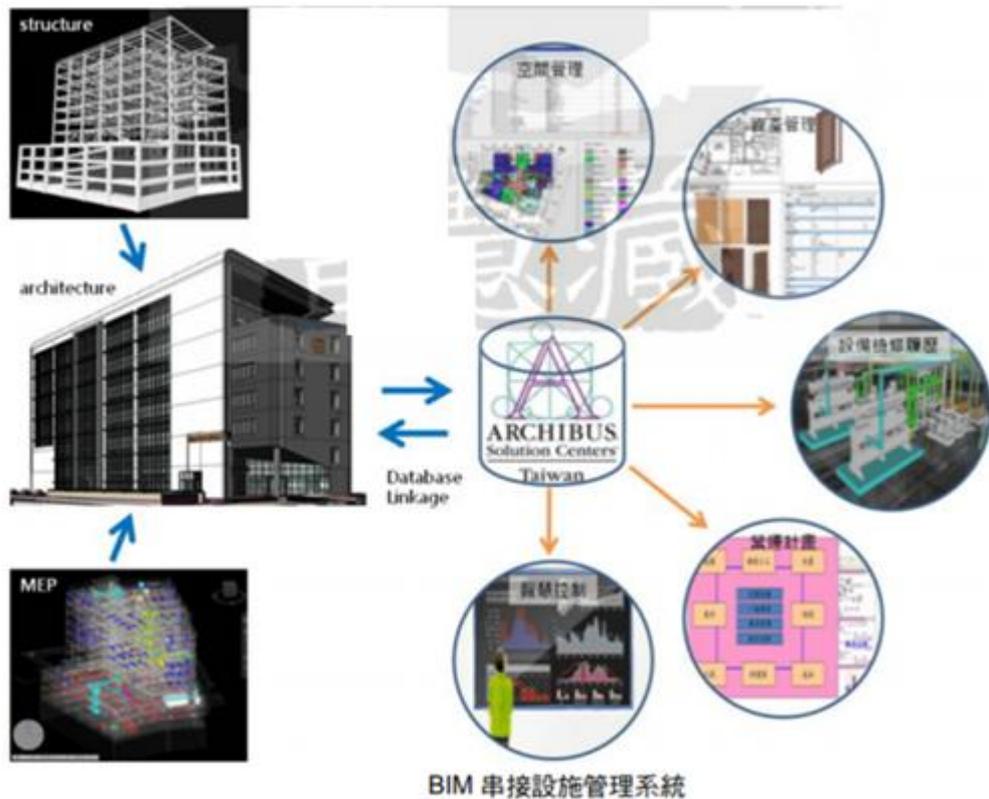
#### (四)團隊能力需求：

- 1.3D 模型的操控、巡視、與檢閱能力(非必要但有較好)；
- 2.資產管理系統的操控能力；

- 3.稅務及相關財務系統軟體的知識；
- 4.建物施工及營運維護(修繕、設備升級等)的知識；
- 5.建物設備知識，例如哪些設備需要定期維護保養、哪些設備值得追蹤、動態或靜態，及業主的末端需求等。

(五)應用實例說明：

台灣地區第一個全生命週期 BIM 應用案例，中興工程研究大樓：基地面積 3,845.2m<sup>2</sup>，總樓地板面積 15,285.6m<sup>2</sup>，地上七層鋼骨結構、地下三層鋼筋混凝土構造。以 BIM 整合智慧建築作業流程、細部設計階段能源模擬與協同設計整合、發包階段施工圖說製作與 BIM 交付、施工階段工程品質與進度控管、營運階段建築設施管理維護平台建置。其中 BIM 模型資訊串接設施管理系統如下圖所示。



(六)可參考文獻：

- 1.CURT. (2010) BIM Implementation: An Owner's Guide to Getting Started
- 2.NIST (2007) General Buildings Information Handover Guide: Principles, Methodology, and Case Studies <http://www.fire.nist.gov/bfrlpubs/build07/PDF/b07015.pdf>

3. 陳志文，中興工程研究大樓 BIM 技術整合之實務應用，中興工程第 120 期，2013 年 7 月，pp. 105-113.

## 二、O2 災害應變規劃(Disaster Planning)

### (一)應用敘述：

以模型及資訊系統的形式提供救災團隊建物的關鍵資訊的流程；BIM 模型將可提供建物的關鍵資訊給救災團隊，以便提昇救災效率而減少災損。動態的建物資訊將由建物自動系統(Building Automation System, BAS)提供，而靜態的建物資訊，例如樓層空間及設備表，則應在 BIM 模型中，這兩種系統應經由無線整合，並確保救災團隊可以連結到整合的系統；搭配 BAS 的 BIM 將可明確指出建物中的災害發生點，進入該發生點搶救的可能路徑、並列出建物內的其它潛在災害點位。

### (二)潛在價值：

- 1.即時提供警消等救災人員關鍵建物資訊；
- 2.提昇緊急救災的效率；
- 3.降低救災團隊的風險。

### (三)資源需求：

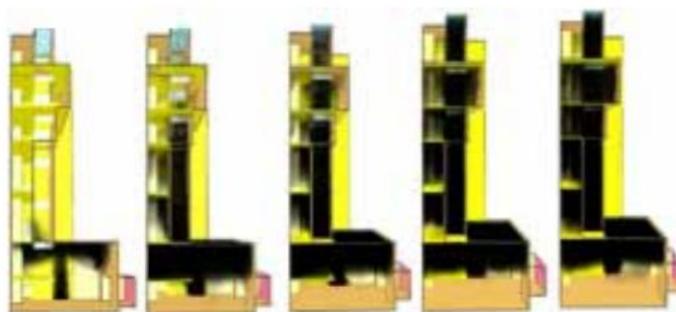
- 1.審視紀錄模型及其元件的設計審批軟體；
- 2.建物自動系統(BAS)連結至紀錄模型；
- 3.電腦化維護管理系統(Computerized Maintenance Management System, CMMS)連結至紀錄模型。

### (四)團隊能力需求：

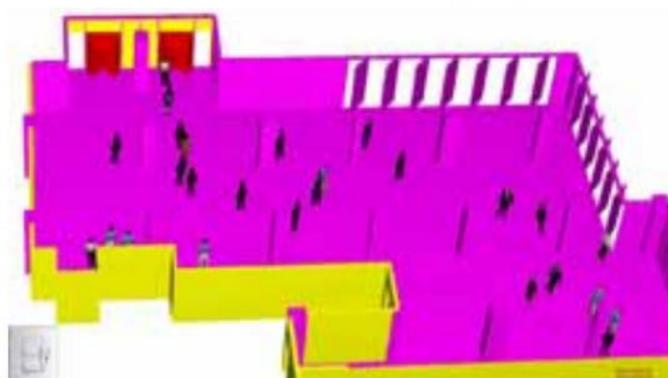
- 1.操控、巡視、檢閱 BIM 模型及更新其中設施的能力；
- 2.經由 BAS 瞭解動態建物資訊的能力；
- 3.在緊急救災任務中做適當決策的能力。

### (五)應用實例說明：

上海市黃浦區申都大廈改建工程為全生命週期運用 BIM 平臺的代表性專案，本工程屬多層公共建築，耐火等級為二級，地下室耐火等級為一級，主體結構採用鋼筋混凝土框架結構，局部鋼框架結構。改造採用鋼結構加固措施，改造後框架抗震等級為三級。建築呈 L 形平面，L 形兩長邊分別為南向、東向。此項目改建的出發點和定位是綠色、節能、智慧化辦公樓示範建築、既有建築改造的範例、各種先進數位化建築技術的載體，項目將充分利用 BIM 平臺提供高品質的設計服務，並將 BIM 模型成功應用在專案管理和運維管理中。其中火災煙氣模擬及人員疏散模擬如圖所示。



火灾中庭顶部自然排烟时各层火灾蔓延情况



人员疏散模拟

(六)可參考文獻：

1. Building Information for Emergency Responders. Systemics, Cybernetics and Informatics, 11th World Multi-Conference (WMSCI 2007). Proceedings. Volume 3. Jointly with the Information Systems Analysis and Synthesis: ISAS 2007, 13th International Conference. July 8-11, 2007, Orlando, FL, Callaos, N.; Lesso, W.; Zinn, C. D.; Yang, H., Editor(s) (s), 1-6 pp, 2007. Treado, S. J.; Vinh, A.; Holmberg, D. G.; Galler, M.
2. 耿躍雲，申都大廈改建工程生命週期 BIM 應用，  
<http://www.atd.com.cn/UploadFiles/Soft/2012/7/201207121051232584.pdf>
3. 陳志文，中興工程研究大樓 BIM 技術整合之實務應用，中興工程第 120 期，2013 年 7 月，pp.105-113.

### 三、O3 空間管理/追蹤(Space Management/Tracking)

#### (一)應用敘述：

將 BIM 用在特定工作空間及相關資源有效率地分派、管理、及追蹤的流程；此類 BIM 模型將允許設施管理團隊分析目前的空間使用狀況，並且適當地管理用戶變更、用途變更、及未來需求等，尤其是在建物改建的過渡期間，提昇部份使用空間的效益。空間管理/追蹤是一種「集成模型(Record Model)」的應用方式，常需與空間追蹤軟體整合使用。

#### (二)潛在價值：

1. 確認及分派空間以強化建物的使用效率；
2. 追蹤現有空間的使用方式提昇改建過渡期間的效益；
3. 確保建築空間資源獲得最佳化的應用；
4. 協助規劃未來的空間需求。

#### (三)資源需求：

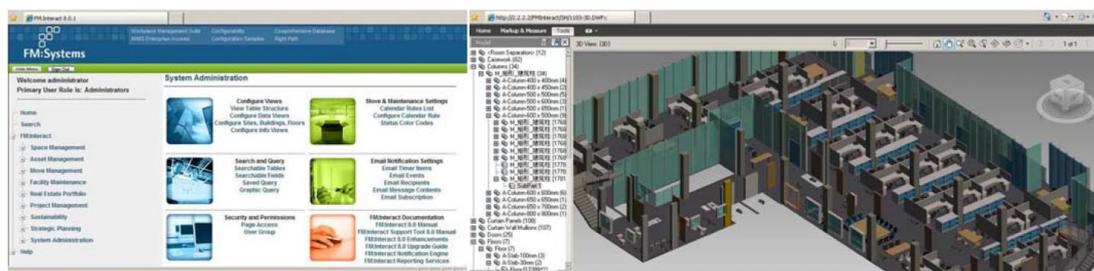
1. 空間追蹤軟體與集成模型間雙向 3D 模型操控；
2. 空間出圖與管理應用(例如 Mapguide, Maximo 等軟體)。

#### (四)團隊能力需求：

1. 「集成模型(Record Model)」的操控、巡視、與檢閱能力；
2. 評估目前空間及資產，並且依未來需求適當管理的能力；
3. 設施管理應用的知識；
4. 有效率地整合紀錄模型與設施管理應用相關軟體以符合客戶需求的能力。

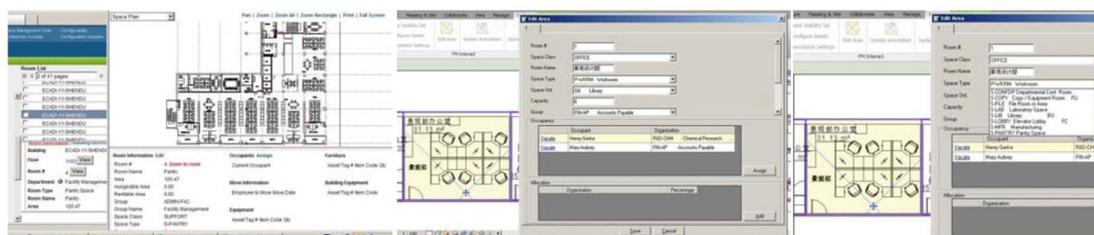
#### (五)應用實例說明：

上海市黃浦區申都大廈改建工程，BIM 模型資訊串接資產管理平台進行空間管理之流程示意圖。



运维系统界面

设备资产查看



运维图形报表生成

利用FM插件编辑BIM模型

调用空间信息

(六)可參考文獻：

1. Jason Thacker "Total Facilities Management." 2010. 19 Sept. 2010. Technology Associates International Corporation. Web. 19 Sept. 2010, <<http://proceedings.esri.com/library/userconf/proc04/docs/pap1519.pdf>>.
2. Mapping Your Facilities Management Future. Aug. 2009 Web. 19 Sept. 2010. Acatech Solutions, <<https://www.avatech.com/solutions/facilities-management/facilities-management-whitepapers.aspx>>.
3. Vacik, Nicolas A. and Patricia Huesca-Dorantes. "building a GIS Database for Space and Facilities Management." New Directions for Institutional Research, n120 p53-61 2003.
4. 耿躍雲，申都大廈改建工程生命週期 BIM 應用，<http://www.atd.com.cn/UploadFiles/Soft/2012/7/201207121051232584.pdf>
5. 陳志文，中興工程研究大樓 BIM 技術整合之實務應用，中興工程第 120 期，2013 年 7 月，pp. 105-113.

#### 四、E1 基地現況建模(Existing Conditions Modeling)

##### (一)應用敘述：

專案團隊建置基地現況、現有設施、或者是現有設施的某一特別指定的區塊的三維模型的流程方法，稱為基地現況建模。此類模型可以有許多不同的建置方法，包括雷射掃描技術或是傳統測量方法，一般依照需求及效率選定；此種模型建置完成後，可以提供有用的資訊以供新建工程或是修繕整建工程所用。

##### (二)潛在價值：

- 1.加強現有狀況描述的文件內容、準確性及效率；
- 2.為未來的使用規劃提供環境相關文件；
- 3.輔助未來的模擬及 3D 設計整合；
- 4.提供已執行完成工作現況的精確描述；
- 5.供會計部門即時的數量確認；
- 6.提供細部的現況配置資訊；
- 7.防災規劃；
- 8.災後紀錄；
- 9.用做視覺化目的。

##### (三)資源需求：

- 1.BIM 建模軟體；
- 2.雷射掃描點雲處理軟體；
- 3.3D 雷射掃描；
- 4.傳統測量儀器。

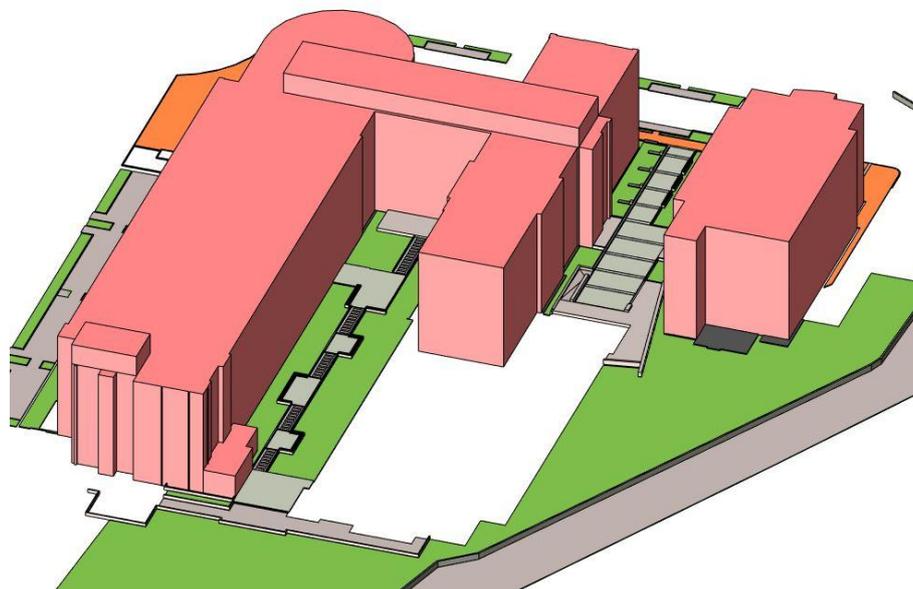
##### (四)團隊能力需求：

- 1.3D 模型的操控、巡視、與檢閱能力；
- 2.BIM 建模工具的知識；
- 3.3D 雷射掃描工具的知識；
- 4.傳統測量工具及知識；
- 5.篩選 3D 雷射掃描所得大量數據的能力；
- 6.判斷需要哪種細緻度才對專案有增值效果的能力；
- 7.由 3D 雷射掃描及或傳統測量數據轉變成建築資訊模型的能力。

##### (五)應用實例說明：

中央大學工程五館 B 棟增建工程之現況建模：本工程擬興建於現在工程五

館 B 棟西側空地位置，並與現有工五館空間串接，建置現況敷地及既有建物模型如圖所示。



(六)可參考文獻：

1. United States General Services Administration (2009). "GSA Building Information Modeling Guide Series: 03 - GSA BIM Guide of 3D Imaging."
2. Arayici, Y. (2008). "Towards building information modeling for existing structures." *Structural Survey* 26.3: 210. ABI/INFORM Global.
3. Murphy, M., McGovern, E., and Pavia, S. (2009). "Historic building information modelling (HBIM)." *Structural Survey* 27.4: 311. ABI/INFORM Global.
4. Adan, A., Akinci, B., Huber, D., Pingbo, Okorn, B., Tang, P. and Xiong, X. (2010). "Using Laser Scanners for Modeling and Analysis in Architecture, Engineering, and Construction."
5. 陳志文，中興工程研究大樓 BIM 技術整合之實務應用，中興工程第 120 期，2013 年 7 月，pp. 105-113.

## 五、E2 設計表達(Design Authoring)

### (一)應用敘述：

依據建物的主要設計條件用 3D 軟體建置該建物設計 BIM 模型的流程；以 BIM 為核心的設計流程所使用工具大分為二類，即設計建模工具及檢核分析工具。以設計建模工具建置模型，再以檢核分析工具進行分析或是增加模型中的資訊。大部份檢核分析工具，可以用來做「E3.設計成果審核(Design Review)」及「A7.工程分析(Engineering Analysis)」等 BIM 應用。設計建模是應用 BIM 的第一步，主要的關鍵是要將 3D 模型連結到包括性質、數量、方法、成本、及所需工期的強大資料庫。

### (二)潛在價值：

- 1.對所有利害關係人公開設計資訊；
- 2.控制好設計的品質、成本、及工期；
- 3.強大的設計視覺化；
- 4.使專案關係人及 BIM 使用人之間進行真正的團隊協作；
- 5.增進品質控制及品質保證。

### (三)資源需求：

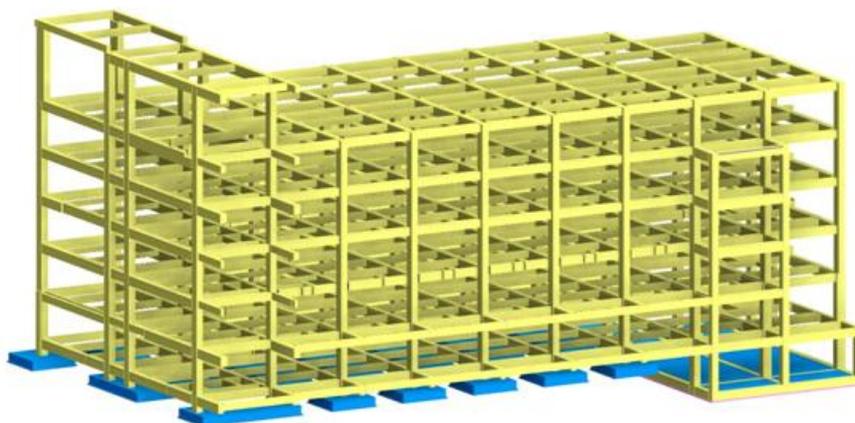
- 1.設計建模軟體。

### (四)團隊能力需求：

- 1.3D 模型的操控、巡視、與檢閱能力；
- 2.施工程序與方法的知識；
- 3.設計及施工的經驗。

### (五)應用實例說明：

中央大學工程五館 B 棟增建工程之結構設計建模表達：本案上部結構採用 RC 構造特殊韌性抗彎矩構架系統，下部結構則採用 RC 構造抗彎矩構架系統，基礎採獨立基礎及筏式基礎。



工程五館 B 棟增建工程之柱梁系統

(六)可參考文獻：

- 1.Tardif, M.(2008).BIM:Reaching Forward, Reaching Back.AIArchitect This Week. Face of the AIA .AIArchitect.
- 2.陳志文，中興工程研究大樓 BIM 技術整合之實務應用，中興工程第 120 期，2013 年 7 月，pp. 105-113。

## 六、E3 設計成果審核(Design Review)

### (一)應用敘述：

專案利害關係人共同審視 3D 模型並且提出各自的回饋意見以確認各個設計面向的過程。這些所謂設計面向，包括評估是否符合原規劃的設計要件、在虛擬的環境中審核空間美學及空間配置、及擬定設計要件(諸如平面配置、視線視圖、照明規劃、安全規劃、人體工學需求、聲學需求、紋理及色彩需求等)。此類 BIM 應用可以只用電腦軟體模擬，也可以搭配特別的虛擬實境設備(如電腦輔助虛擬環境，CAVE)和沉浸式實驗室等。虛擬試做(Virtual mock-ups)可依專案需求在不同的細緻度來呈現，應用實例為建置高解析細緻度的小範圍立面模型以便快速分析不同的設計方案，並同時解決各方案的施工性比較議題。

### (二)潛在價值：

1. 免掉耗時費力的傳統物理性施工模型建置及試作；
2. 設計選項及不同的方案可以快速模擬，並且在使用者或業主的設計審批過程中即時進行修改；
3. 建立較短較有效率的設計審批流程；
4. 評估達成設計要件及業主需求所採行設計手法的效率；
5. 加強專案在安全、衛生、與經濟成本上的績效(For instance, BIM can be used to analyze and compare fire-rated egress enclosures, automatic sprinkler system designs, and alternate stair layouts)。
6. 使設計較容易和業主、施工團隊、及末端使用人之間溝通；
7. 即時回應專案需求、業主需求、及建築空間美學需求；
8. 因大幅提昇不同團隊間的合作與溝通，而使共同決定的設計方案成為最佳方案。

### (三)資源需求：

1. 設計審核軟體；
2. 可互動的審核空間；
3. 能處理大容量模型檔的電腦硬體。

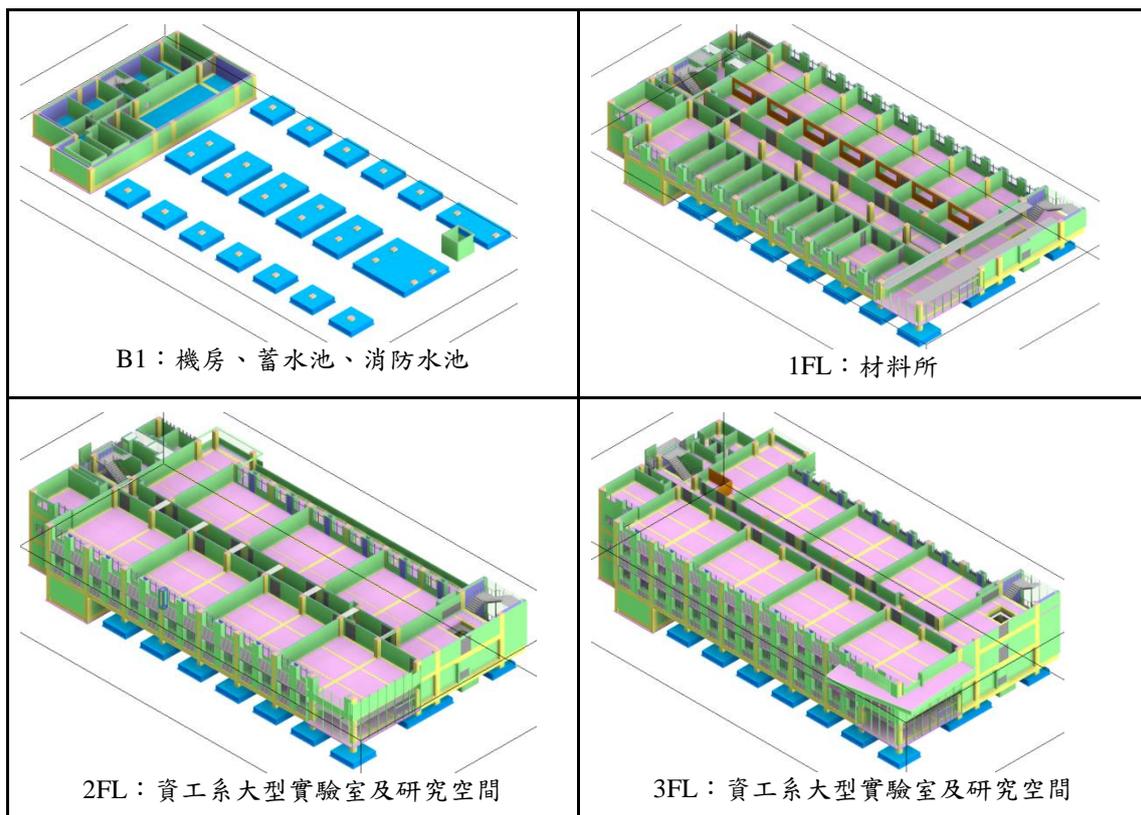
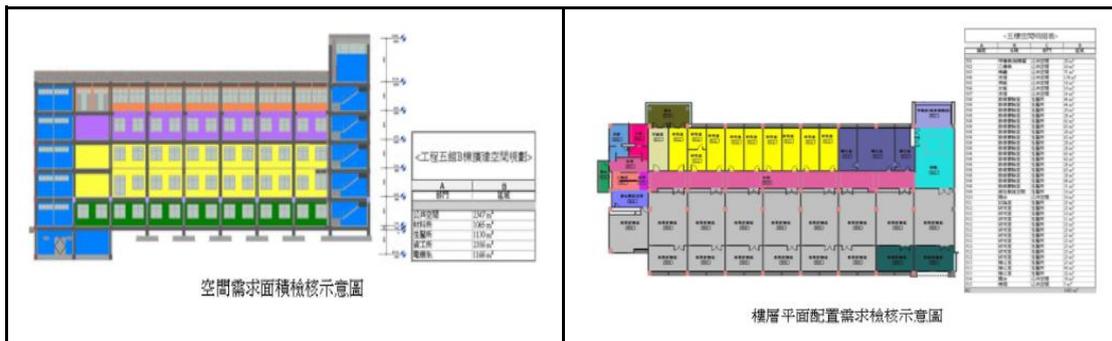
### (四)團隊能力需求：

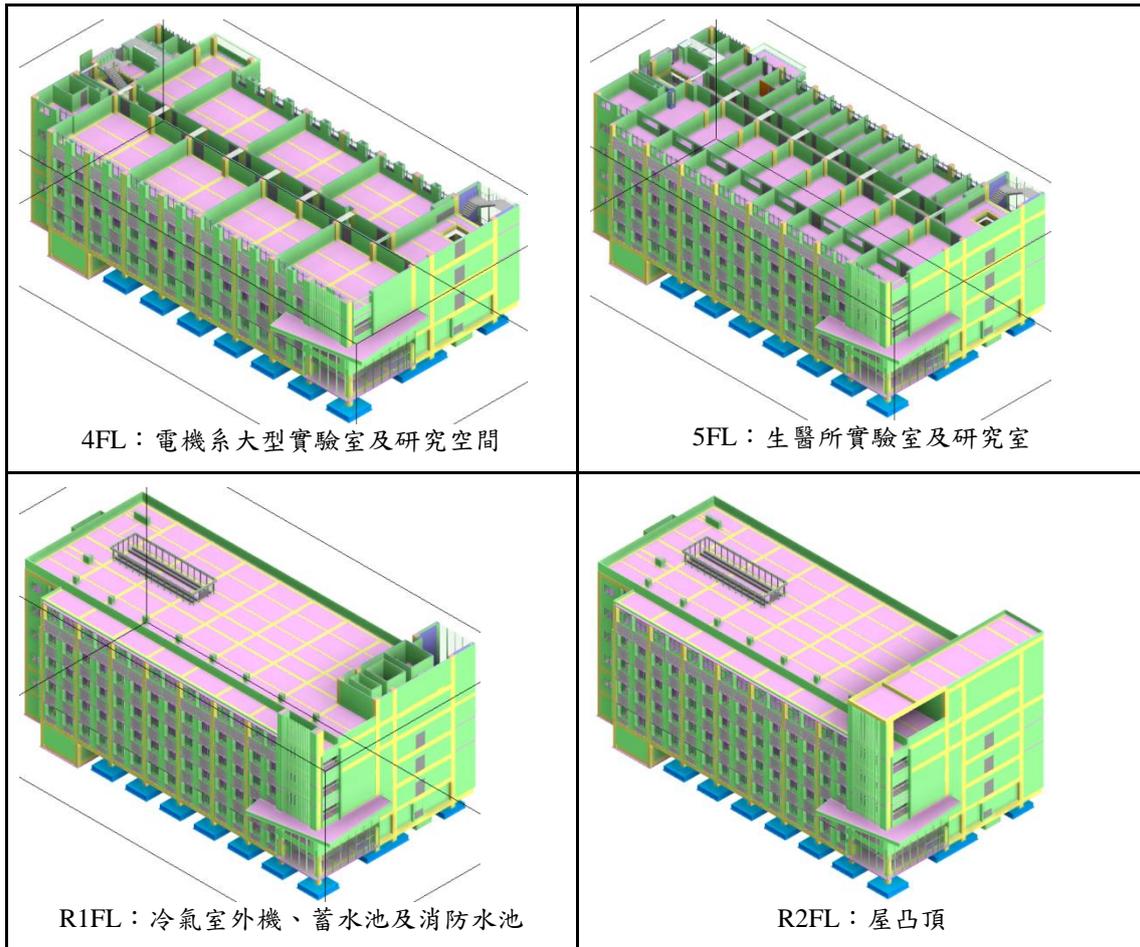
1. 3D 模型的操控、巡視、與檢閱能力；
2. 真實地模擬照片的能力，包括紋理、色彩、飾面，且能以不同軟體或外掛巡視；

- 3.強烈的團隊合作意識，且瞭解各團隊成員的角色與責任；
- 4.充份瞭解建物與設備系統間如何整合。

(五)應用實例說明：

中央大學工程五館 B 棟增建工程之建築模型空間需求審核：本案空間需求供工學院及資電學院教學研究所需空間，地下室為機房、1F 材料所、2F 及 3F 資工系、4F 電機系、5F 生醫所，及公設空間合計約 8,265m<sup>2</sup>。





(六)可參考文獻：

- 1.Dunston, Phillip S., Arns, Laura L., and McGlothin, James D. (2007). “An Immersive Virtual Reality Mock-Up for Design Review of Hospital Patient Rooms,” 7th International Conference on Construction Applications of Virtual Reality, University Park, Pennsylvania, October 22-23.
- 2.Majumdar, Tulika, Fischer, Martin A., and Schwegler, Benedict R. (2006). “Conceptual Design Review with a Virtual Reality Mock-Up Model,” Building on IT: Joint International Conference on Computing and Decision Making in Civil and Building Engineering, Hugues Rivard, Edmond Miresco, and Hani Melham, editors, Montreal, Canada, June 14-16, 2902-2911.
- 3.Maldovan, Kurt D., Messner, John I., and Faddoul, Mera (2006). “Framework for Reviewing Mockups in an Immersive Environment,” CONVR 2006:6th International Conference on Construction Applications of Virtual Reality, R. Raymond issa, editor, Orlando, Florida, August 3-4, on CD.

4. Bassanino, May Wu, Kuo-Cheng Yao, Jialiang Khosrowshahi, Farzad Fernando, Terrence Skjaerbaek, Jens. (2010). “The Impact of Immersive Virtual Reality on Visualisation for a Design Review in Construction,” 14th International Conference Information Visualisation.
5. Xiangyu Wang and Phillip S. Dunston. (2005). “System Evaluation of a Mixed Reality-Based Collaborative Prototype for Mechanical Design Review Collaboration,” Computing in Civil Engineering, Volume 21, issue 6, page: 393-401.
6. Shiratuddin, M.F and Thabet, Walid A. (2003). “Framework for a Collaborative Design Review System Utilizing the Unreal Tournament (UT) Game Development Tool,” CIB REPORT.
7. NavisWorks (2007), “Integrated BIM and Design Review for Safer, Better Buildings, ”  
([http://www.eua.com/pdf/resources/integrated\\_project/Integrated BIM-safer better buildings.pdf](http://www.eua.com/pdf/resources/integrated_project/Integrated_BIM-safer_better_buildings.pdf)).
8. 陳志文，中興工程研究大樓 BIM 技術整合之實務應用，中興工程第 120 期，2013 年 7 月，pp.105-113。

## 七、E4 3D 整合協作(3D Coordination)

### (一)應用敘述：

在整合過程中以碰撞檢查軟體來比對各系統的 3D 模型以便找出實際工地出現的衝突點的流程；此種碰撞檢查的目的是要在實際到工地施工前消除主要的系統衝突，以免除釋疑、變更和重工。

### (二)潛在價值：

- 1.以模型來整合建築專案；
- 2.減少及消除現場衝突；也就是大量減少釋疑；
- 3.使施工提前視覺化；
- 4.提高生產率；
- 5.降低施工成本；較少超支(較少變更)；
- 6.縮短工期；
- 7.提高工地生產率；
- 8.竣工圖面的準確度提高。

### (三)資源需求：

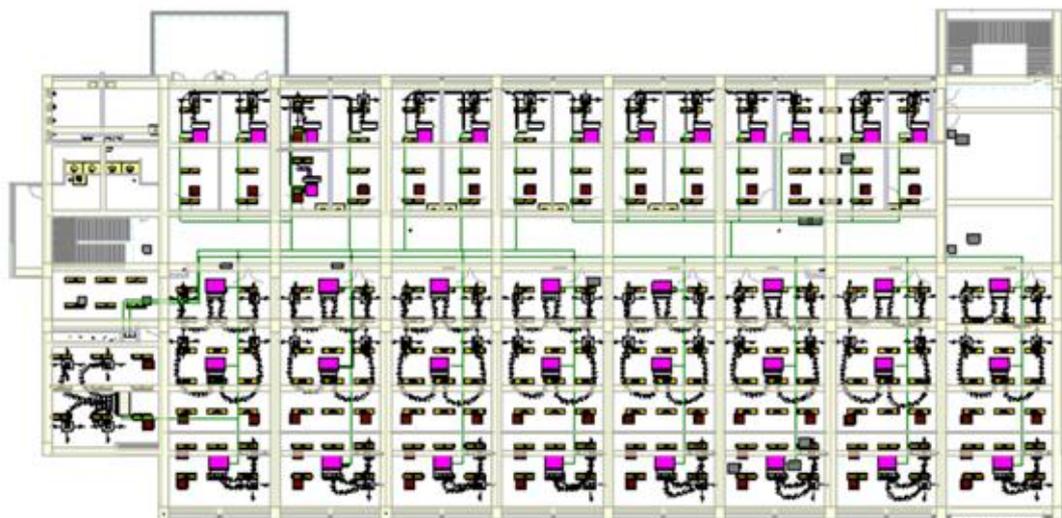
- 1.設計建模軟體；
- 2.模型檢視軟體。

### (四)團隊能力需求：

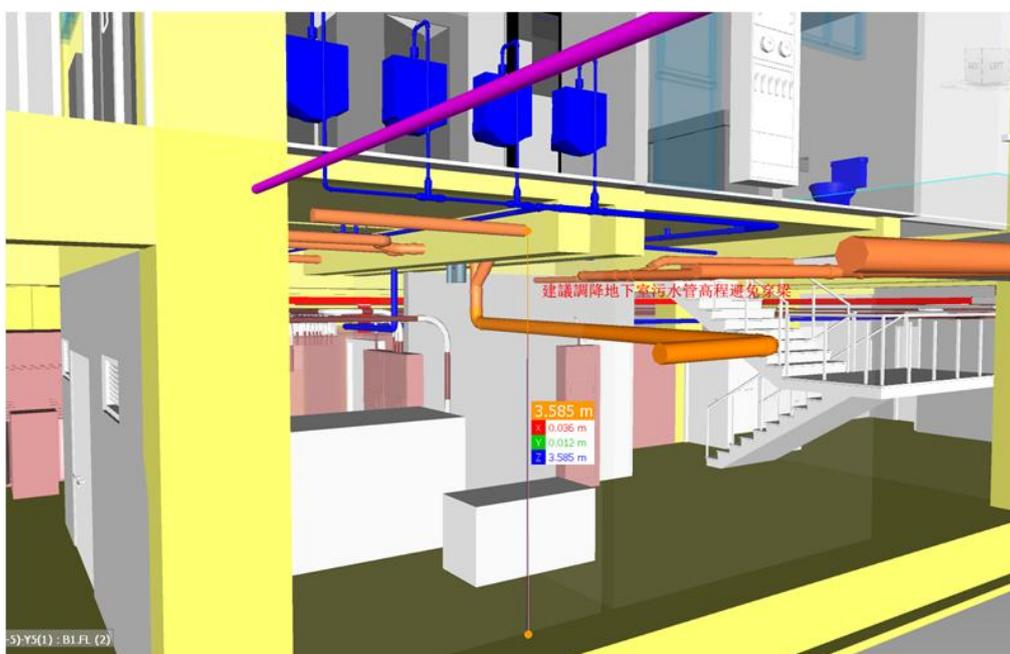
- 1.與人相處及面對專案挑戰的能力；
- 2.3D 模型的操控、巡視、與檢閱能力；
- 3.BIM 模型應用於設施更新之知識；
- 4.建築系統的知識。

### (五)應用實例說明：

中央大學工程五館 B 棟增建工程之建築模型空間需求審核：電力系統、弱電系統、資訊系統、中央監視系統、給水系統、消防系統、及空調系統等設備定位，並檢討管道間空間。



各系統設備位置平面圖



(六)可參考文獻：

1. Staub-French S and Khanzode A (2007) "3D and 4D Modeling for design and construction coordination: issues and lessons learned" ITcon Vol. 12, pg. 381-407, <http://www.itcon.org/2007/26>.
2. Khanzode A, Fischer M, Reed D (2008) "Benefits and lessons learned of implementing building virtual design and construction (VDC) technologies for coordination of mechanical, electrical, and plumbing (MEP) systems on a

large healthcare project", ITcon Vol. 13, Special Issue Case studies of BIM use , pg. 324-342, <http://www.itcon.org/2008/22>.

- 3.陳志文，中興工程研究大樓 BIM 技術整合之實務應用，中興工程第 120 期，2013 年 7 月，pp. 105-113。

## 八、E5 集成模型匯編(Record Modeling)

### (一)應用敘述：

以 3D 模型描述其代表的設施和資產的正確物理性質、狀態和環境的流程；此集成模型至少應有主要建築、結構、與機電元件的資訊。這是專案整個執行過程中所有 BIM 模型的累積成果，包括將營運維護所需的資產數據連結至竣工模型，以便能交出集成模型給設施管理人使用。

### (二)潛在價值：

- 1.輔助進行未來建模及整建時的 3D 設計整合；
- 2.提供未來使用所需的環境文件資料；
- 3.輔助核准使用的流程(e.g. continuous change vs. specified code)；
- 4.避免設施轉交爭議(e.g. link to contract with historical data highlights expectations and comparisons drawn to final product.)；
- 5.具有依據增修建或設備更新更新模型的能力；
- 6.提供業主建物、設備、及空間模型以便能用做其它 BIM 應用；
- 7.使轉移交的資訊和儲存空間極小化；
- 8.將累積大量模型資訊針對業主需求調整以期有後續服務機會；
- 9.Easily assess client requirement data such as room areas or environmental performance to as-designed, as-built or as-performing data.

### (三)資源需求：

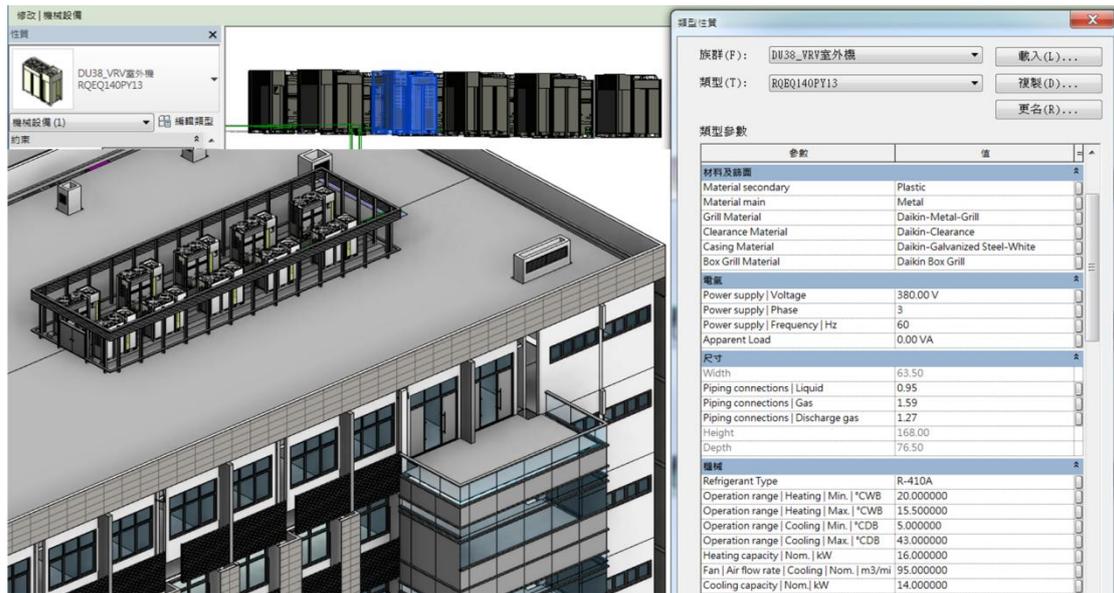
- 1.3D 模型操控工具；
- 2.Compliant Model Authoring Tools to Accommodate Required Deliverable；
- 3.以電子型式處理主要的資訊；
- 4.具詮釋資料的資產與設備的資料庫(依業主的能力而定)。

### (四)團隊能力需求：

- 1.3D 模型的操控、巡視、與檢閱能力；
- 2.BIM 模型應用於設施更新之知識；
- 3.完全理解工地程序的能力，以便確保輸入的資訊正確；
- 4.能有率地與設計、施工、和設施管理團隊進行溝通的能力。

(五)應用實例說明：

國立中央大學工程五館 B 棟增建工程之集成型例：安裝在 R1F 樓上的空調 VRV 室外機，在竣工模型中已有正確的設備廠備與機型，這些資訊需輸入各設備的性質參數中，包括空調機的外觀材質尺寸、設備的用電、耗能、外接冷媒管線類型，並有廠商及使用說明書的網址可供連結查詢；該類參數有標準的格式及需求參數(例如 COBie 標準)，或由業主要求搭配其資產管理系統所需的性質參數。



另，蘇州高新區人民醫院二期工程的空調集成模型示意如下



(六)可參考文獻：

1. Brown, J. L. (September 2009). Wisconsin Bets on BIM. *Civil Engineering* , 40-41.
2. CRC for Construction Innovation. Adopting BIM for Facilities Management - Solutions for Managing the Sydney Opera House.
3. Gregerson, J. (December 2009). For Owners, BIM Has Vim. *Buildings* , 26.
4. Knight, D., Roth, S., & Rosen, S. (June 2010). Using BIM in HVAC Design. *ASHRAE Journal* , 24-34.
5. Madsen, J. J. (July 2008). Build Smarter, Faster, and Cheaper with BIM. *Buildings* , 94-96.
6. McKew, H. (July 2009). Owners, Please Demand More From Your IPD Team. *Engineered Systems* , 50.
7. Woo, J., Wilsmann, J., & Kang, D. (2010). Use of As-Built Building Information Modeling. *Construction Research Congress 2010* , 538-548.

## 九、A1 成本估算(Cost Estimating)

### (一)應用敘述：

在專案的整個生命週期期間以 BIM 來輔助產出正的數量以便估算成本的流程。這種應用 BIM 模型進行的成本估算，可以使設計團隊清楚看到各種設計選項對成本造成的影響，免除了傳統流程常因設計變更而大量超支的情形，尤其是專案設計階段的初期，這種不同設計選項對成本的影響相當有用。

### (二)潛在價值：

- 1.將模型後建置的材料精準地量化；
- 2.快速產出數量以輔助做決策；
- 3.以較快的速度提取較多的數量資訊；
- 4.對需要估算成本的專案及施工項目，提供較好的視覺化元物件代表品而促進溝通；
- 5.在較早的設計決策點提供成本資訊給業主做決策，包括在施工階段出現變更時；
- 6.因數量由模型自動輸出，可替估算人員省下時間而能執行其它更重要的估算工作；
- 7.可有餘力做更有價值的成本估算工作，例如確認施工預組件、輸出價格及風險因子再輸出數量等屬於高品質成本估算工作；
- 8.加上施工排程製成 4D 模型後的成本估算工作，可以做為施工階段追蹤成本的輔助工具；
- 9.可有餘力在確保符合業主的預算前題下，探討各種不同替代方案及設計概念；
- 10.可以快速求出特定物件的成本；
- 11.用高視覺化工具訓練新手估價人員較有效率。

### (三)資源需求：

- 1.以模型為基礎的估算軟體；
- 2.設計建模軟體；
- 3.正確建置的設計模型；
- 4.成本資料(包括 Masterformat and Unifomat 資料)。

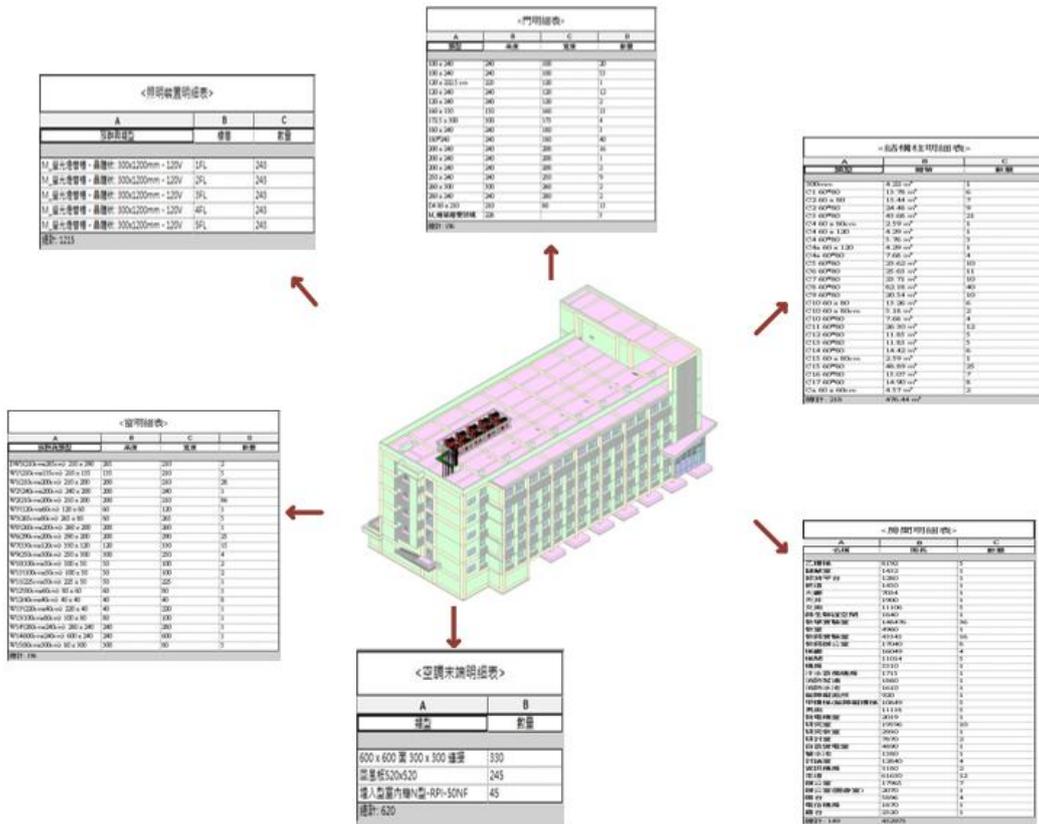
### (四)團隊能力需求：

- 1.定義特定設計建模步驟的能力，以便能在所建的模型中提取正確的數量；

2. 判斷不同階段先行估價所需的數量(例如 ROM, SF, 等)之能力；
3. 操控模型以取得估算所需數量的能力。

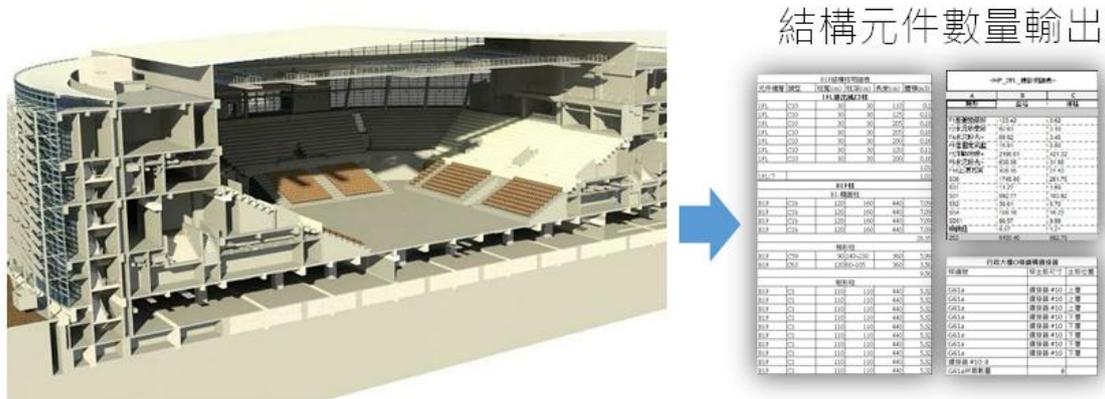
(五)應用實例說明：

中央大學工程五館 B 棟增建工程數量計算：



工程五館 B 棟增建工程之明細表輸出示意圖

和平國小既籃球運動館新建工程數量估算：主要輸出範圍為結構用混凝土數量、門窗數量、鷹架數量、鋼筋續接器數量等。



(六)可參考文獻：

- 1.Lee,H.,Lee, Kim, J(2008).A cost-based interior design decision support system for large-scale housing projects,ITcon Vol. 13, Pg. 20-38,<http://www.itcon.org/2008/2>.
- 2.Autodesk Revit. (2007) "BIM and Cost Estimating."Press release. Autodesk. 11 Sept.2008.[http://images.autodesk.com/adsk/files/bim\\_cost\\_estimating\\_jan07\\_1\\_.pdf](http://images.autodesk.com/adsk/files/bim_cost_estimating_jan07_1_.pdf)
- 3.Dean,R.P.,and McClendon,S.(2007)."Specifying and Cost Estimating with BIM." ARCHI TECH. Apr.2007.ARCHI TECH.13 Sept.2008.<http://www.architechmag.com/articles/detail.aspx?contentid=3624>.
- 4.Khemlani, L.(2006)."Visual Estimating:Extending BIM to Construction."AEC Bytes. 21 Mar. 2006. 13 Sept.2008.<http://www.aecbytes.com/buildingthefuture/2006/visualestimating.html>.
- 5.Buckley,B. (2008)."BIM Cost Management."California Construction. June 2008.13 Sept.2008.
- 6.Manning,R.;Messner, J.(2008).Case studies in BIM implementation for programming of healthcare facilities,ITcon Vol.13,Special Issue Case studies of BIM use, Pg. 246-257, <http://www.itcon.org/2008/18>

7. Shen Z, Issa R R A (2010) Quantitative evaluation of the BIM-assisted construction detailed cost estimates, *Journal of Information Technology in Construction (ITcon)*, Vol. 15, pg. 234-257, <http://www.itcon.org/2010/18>.
8. McCuen, T. (2009, November 18). Cost Estimating in BIM: The Fifth Dimension. Retrieved September 21, 2010, from *Construction Advisor Today*: <http://constructionadvisortoday.com/2009/11/cost-estimating-in-bim-the-fifth-dimension>
9. 陳志文，中興工程研究大樓 BIM 技術整合之實務應用，中興工程第 120 期，2013 年 7 月，pp. 105-113。

## 十、A2 歷時規劃(Phase Planning)

有些文獻:Construction scheduling and progress tracking(施工排程與進度追蹤)

### (一)應用敘述：

以 4D 模型(在 3D 模型中加入時間為第 4D)在整建、整修、或增建案中，有效率地規劃階段性時空變化，或是用來展示施工步驟細節及施工所需的空間需求變化；4D 模擬是相當有用的視覺化溝通工具，可促使專案團隊、業主、及相關利害關係人充份瞭解專案的主要里程碑及施工計畫。

### (二)潛在價值：

- 1.使業主及團隊成員更瞭解階段排程，並且清楚展示專案的要徑；
- 2.且可提出不同方案及解決空間衝突問題的動態排程技術；
- 3.將人、機、料等資源與 BIM 模型整合規劃，可得到更好的工期安排及成本估算；
- 4.可用來預見空間需求與空間衝突，並且在施工前提出解決方案免除遲延及重工；
- 5.供市場行銷及公共關係使用；
- 6.確認排程、工序、及階段先後的議題；
- 7.工易性更佳、操作及維持得更好的專案；
- 8.監管專案材料的採購狀態；
- 9.提昇生產率並且減少工地資源浪費；
- 10.傳達專案施工場域的空間複雜度，做為規劃資訊並支援其它額外的分析。

### (三)資源需求：

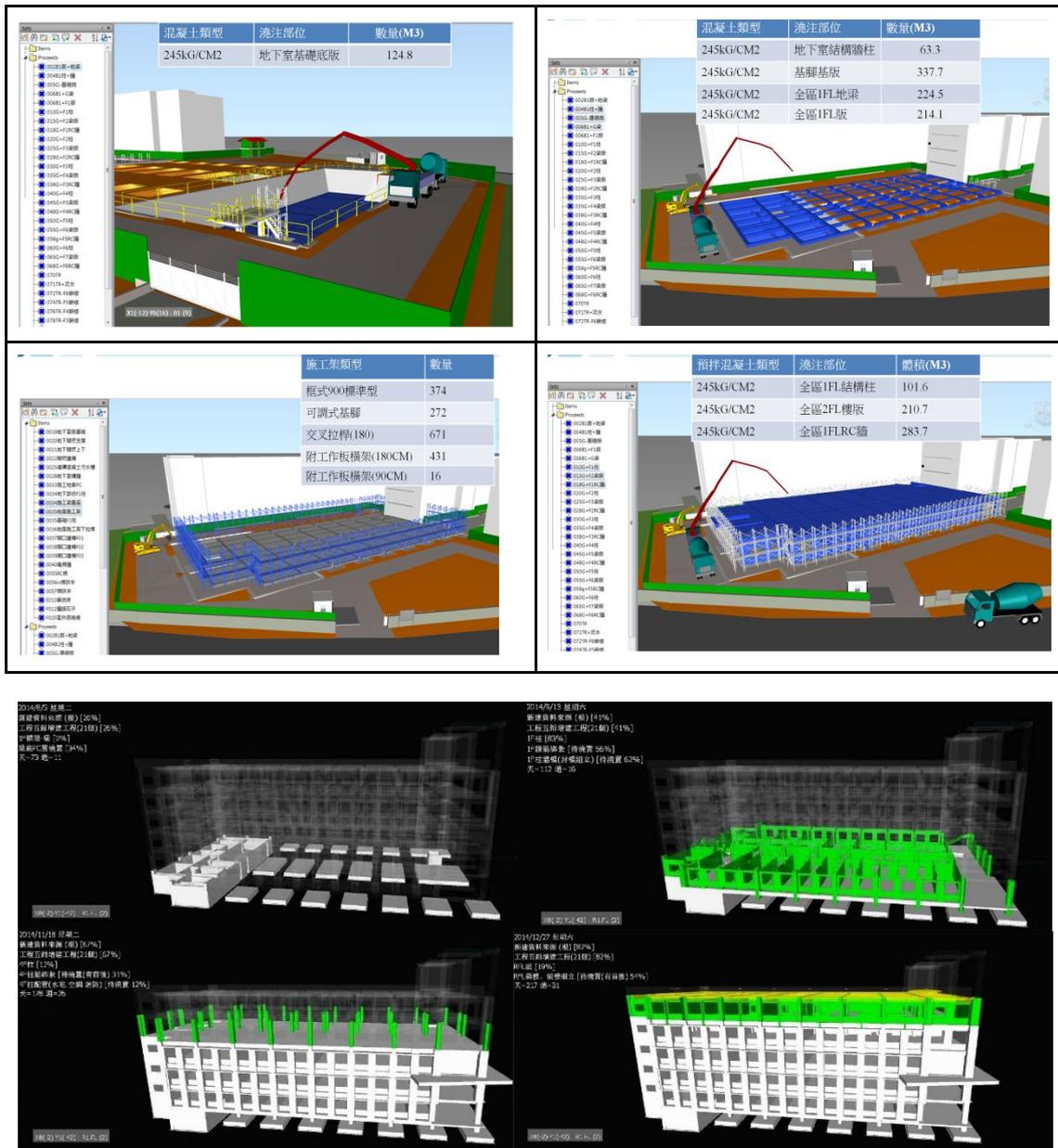
- 1.3D 模型操控；
- 2.施工排程軟體；
- 3.4D 模擬軟體。

### (四)團隊能力需求：

- 1.一般施工法及排程的知識；由於 4D 模型乃連結到時程表上，故可等同於排程表功能；
- 2.3D 模型的操控、巡視、與檢閱能力；
- 3.4D 軟體的知識例如：匯入幾何物件、管理與時程表的連結、製作及控制動畫等。

(五)應用實例側說明：

國立中央大學工程五館 B 棟增建工程時程管理及 4D 規劃：



(六)可參考文獻：

1. Dawood, N., and Mallasi, Z. (2006). "Construction Workplace Planning: Assignment and Analysis Utilizing 4D Visualization Technologies." *Computer-aided Civil and Infrastructure Engineering*, Pgs. 498-513.

2. Jongeling, R., Kim, J., Fischer, M., Morgeous, C., and Olofsson, T. (2008). Quantitative analysis of workflow, temporary structure usage, and productivity using 4D models. *Automation in Construction*, Pgs. 780-791.
3. Kang, J.H., Anderson, S. D., and Clayton, M.J. (2007). Empirical Study on the Merit of Web-based 4D Visualization in Collaborative Construction Planning and Scheduling. *Journal of Construction Engineering and Management*, Pgs. 447-461.
4. 陳志文，中興工程研究大樓 BIM 技術整合之實務應用，中興工程第 120 期，2013 年 7 月，pp. 105-113。

## 十一、A3 基地分析(Site Analysis)

### (一)應用敘述：

用 BIM/GIS 工具來評估某一地域範圍內的空間性質，以便決定未來專案的最佳基地位址的流程；一般以所蒐集到的基地數據先初步決定基地範圍，再依據未來專案開出的主要條件分析選出在基地範圍內建物的最佳位置。

### (二)潛在價值：

- 1.依據未來專案的財務因子、技術因子、及專案需求，列出專案條件式，以計算式決策分析潛在基地位址是否符合需求，具科學化及最佳化決策特性；
- 2.降低公共設施成本及拆除成本；
- 3.提高能源績效；
- 4.降低有害物質的風險；
- 5.提高投資報酬。

### (三)資源需求：

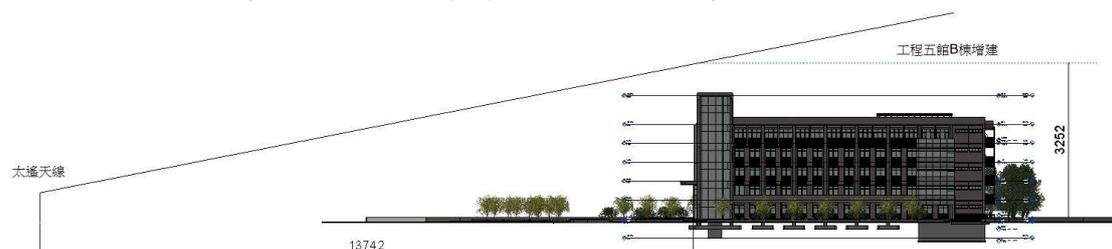
- 1.GIS 軟體；
- 2.3D 模型操控。

### (四)團隊能力需求：

- 1.3D 模型的操控、巡視、與檢閱能力；
- 2.對 GIS、資料庫資訊的知識及瞭解當地相關權責系統。

### (五)應用實例說明：

國立中央大學工程五館 B 棟增建工程基地分析：



基地範圍太遙中心 6.1M 天線高度限制模型檢討示意圖



工程五館 B 棟增建工程之夏至下午的日照陰影

(六)可參考文獻：

- 1.The Site Selection Guide. US General Services Administration (GSA) Public Building Service.
- 2.Optimal Site Selection for Military Land Management, R.M. Wallace, ASCE Conf. Proc. 138, 159 (2004). DOI: 10. 1061/40737(2004)159.
- 3.Farnsworth, Stephen J. “Site Selection Perspective.” Prospecting Sites. June 1995, 29-31.
- 4.WPBG Sustainable Committee. Optimizing Site Potential.
- 5.Suermann P.C. Leveraging GIS Tools in Defense and Response at the U.S. Air Force Academy. ASCE Conf. Proc. 179, 82 (2005) DOI: 10. 1061/40794(179)82.
- 6.GIS - Based Engineering Management Service Functions: Taking GIS Beyond Mapping for Municipal Governments.
- 7.陳志文，中興工程研究大樓 BIM 技術整合之實務應用，中興工程第 120 期，2013 年 7 月，pp. 105-113。

## 十二、A4 工地利用規劃(Site Utilization Planning)

### (一)應用敘述：

以 4D 模型搭配施工排程用圖形式代表施工工地上的永久性與臨時性設施的流程；也可以再加入勞工資源、材料相關、及機具擺放位置和操作空間等資訊。由於此類 4D 模型是將 3D 物件直接與工序排程連結，諸如視覺化施工計畫、短期再計畫、及施工資源等規劃工作，可以依照不同的空間與時間資訊進行反覆分析檢討，以進行工地空間運用最佳化。

### (二)潛在價值：

- 1.可在施工的各個階段產出臨時設施配置圖、標示裝配區、及材料堆置區等；
- 2.辨識潛在的時間與空間衝突；
- 3.針對安全需求正確地評估工地配置；
- 4.選出可行的施工方案；
- 5.與所有相關團隊有效地溝通施工配置與步驟；
- 6.隨工程進度更新工地空間配置；
- 7.減少執行工地利用規劃所需的時間。

### (三)資源需求：

- 1.設計建模軟體；
- 2.施工排程軟體；
- 3.4D 模型整合軟體；
- 4.工地配置計畫及現況細部資料。

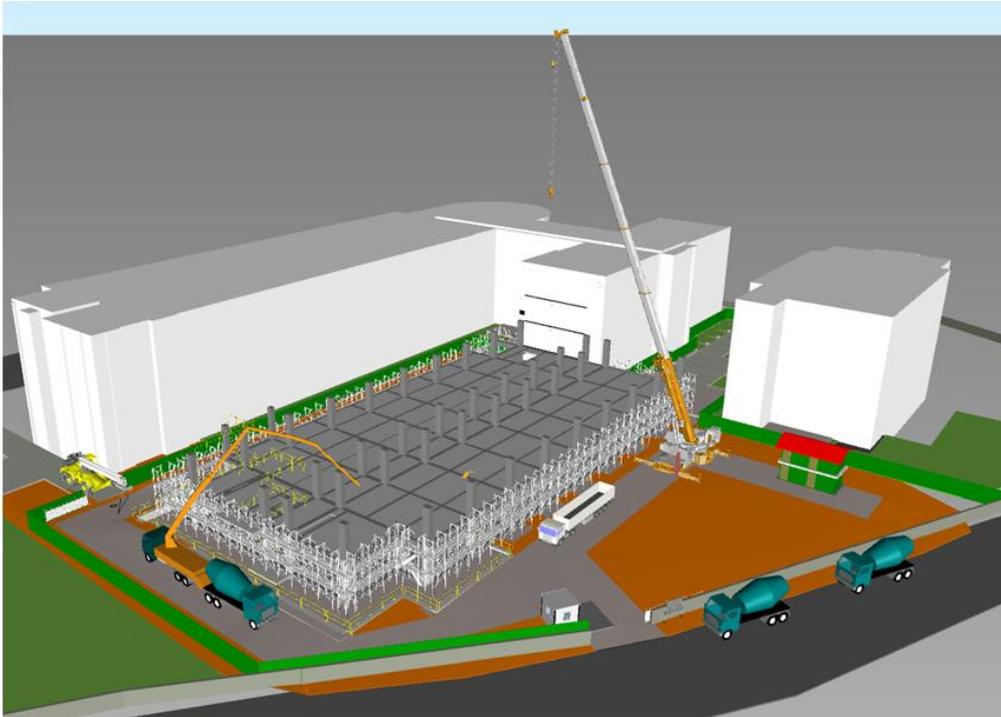
### (四)團隊能力需求：

- 1.3D 模型的建置、操控、巡視、與檢閱能力；
- 2.以 3D 模型操控及評估施工排程之能力；
- 3.瞭解基本施工方法的能力；
- 4.將工地知識轉化為技術流程的能力。

### (五)應用實例說明：

國立中央大學工程五館 B 棟增建工程施工廠商的 BIM 工地空間規劃：在 3D 模型中模擬南向 6 公尺寬大門與主要施工機料入口，以降低校內尤其是工程五館的衝擊量，輔助的北面 4 公尺小門則可供中小型機具設備吊裝入口；工務所及主

要物料堆置及施工操作區階位於南面；該模型也模擬混凝土澆置及大型吊車施作的狀況，可供施工團隊間工序與空間檢討時使用。



(六)可參考文獻：

- 1.Chau, K.W.;M. Anson,and J.P. Zhang.(July/August 2004)  
“Four-Dimensional Visualization of Construction Scheduling and Site Utili-  
zation.” Journal of Construction Engineering and Management.  
598-606.ASCE. 5 September 2008.  
<http://cedb.asce.org/cgi/WWWdisplay.cgi?0410956>
- 2.Dawood, Nashwam et al. (2005) “The Virtual Construction Site(VIRCON)  
Tools: An Industrial Evaluation.” ITcon. Vol. 10 43-54. 8 September 2008.  
[http://www.itcon.org/cgi-bin/works/Show?2005\\_5](http://www.itcon.org/cgi-bin/works/Show?2005_5)
- 3.Heesom,David and Lamine Mahdjoubi.(February 2004) “Trends of 4D  
CAD Applications for Construction Planning.” Construction Management  
and Economics. 22 171-182. 8 September 2008.  
<http://www.tamu.edu/classes/choudhury/articles/1.pdf>
- 4.J.P. Zhang,M.Anson and Q.Wang.(2000) “A New 4D Management Approach  
to Construction Planning and Site Space Utilization.” Proceedings of the

- Eighth International Conference on Computing in Civil and Building Engineering 279,3 (2000) ASCE. 21 September 2010.[http://dx.doi.org/10.1061/40513\(279\)3](http://dx.doi.org/10.1061/40513(279)3).
- 5.J. H. Kang, S. D. Anderson, M. J. Clayton.(June 2007) "Empirical Study on the Merit of Web-Based 4D Visualization in Collaborative Construction Planning and Scheduling." J. Constr. Engrg. and Mgmt. Volume 133, Issue 6, pp. 447-461 ASCE. 20 September 2010. [http://dx.doi.org/10.1061/\(ASCE\)0733-9364\(2007\)133:6\(447\)](http://dx.doi.org/10.1061/(ASCE)0733-9364(2007)133:6(447)).
- 6.Timo Hartmann, Ju Gao and Martin Fischer. (October 2008) "Areas of Application for 3D and 4D Models." Journal of Construction Engineering and Management (Volume 135, Issue 10): 776-785.
- 7.Ting Huang, C.W. Kong, H.L. Guo, Andrew Baldwin, Heng Li. (August 2007) "A Virtual Prototyping System for Simulating Construction Processes." Automation in Construction (Volume 16, Issue 5):Pages 576-585.

### 十三、A5 數位製造(Digital Fabrication)

#### (一)應用敘述：

直接應用數位資訊製造營建材料或部件的流程；在鋼板、鋼構件、各類管件的製作上已可直接採用數位製造技術，並可以數位原型來檢討設計的意圖是否達成；這種流程將使下游的製造的模糊點最小化，而達到廢材最小化的目的；此類數位資訊模型也可以用來做製成組件的組裝依據。

#### (二)潛在價值：

- 1.確保資訊的品質；
- 2.經由機器製造降低誤差值；
- 3.提高生產率及施工安全性；
- 4.降低前置時間；
- 5.可應付晚到的變更設計(Adapt late changes in design)；
- 6.減少對 2D 圖紙的依賴程度。

#### (三)資源需求：

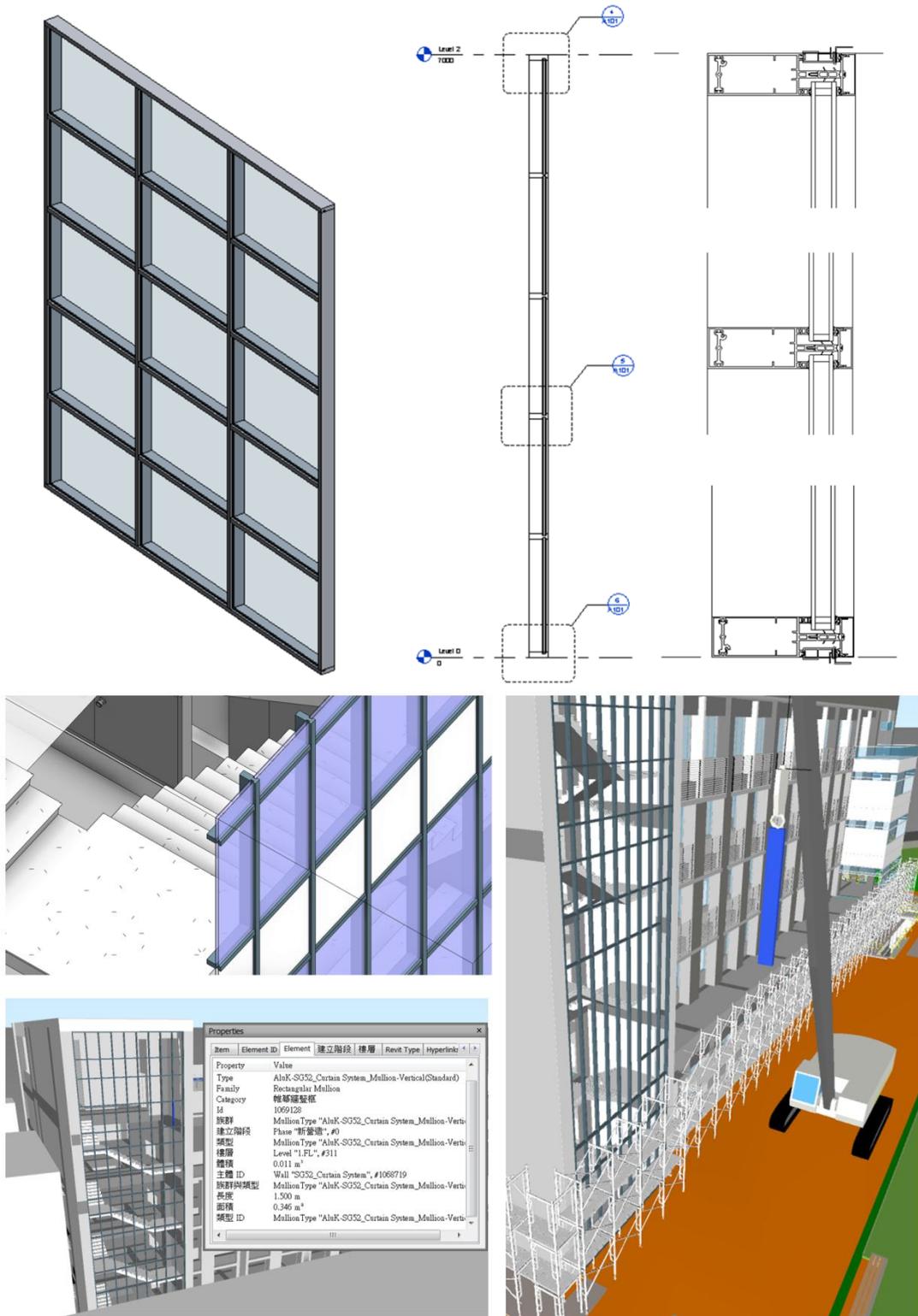
- 1.設計建模軟體；
- 2.機器可讀的數據資料；
- 3.製造方法。

#### (四)團隊能力需求：

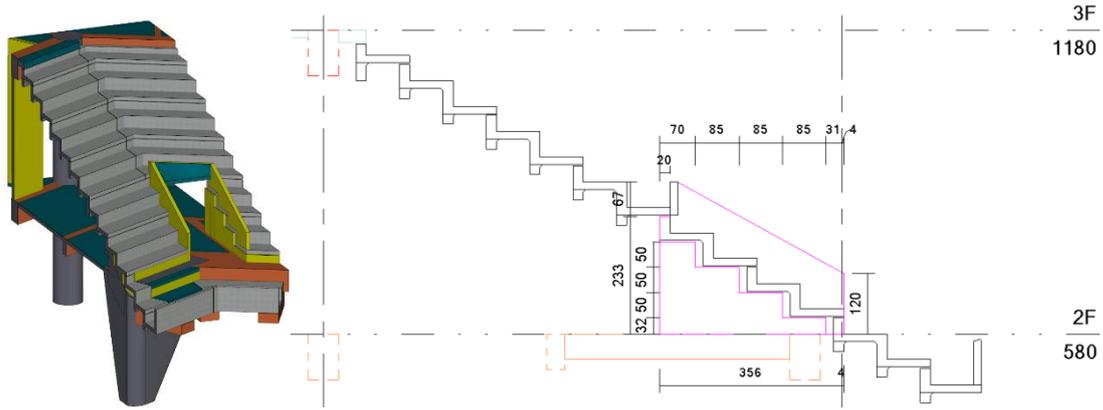
- 1.瞭解且能建置製造模型的能力；
- 2.3D 模型的操控、巡視、與檢閱能力；
- 3.從 3D 模型中提取製造所需的數位資訊的能力；
- 4.以數位資訊製造建物部組件的能力；
- 5.瞭解一般製造方法的能力。

#### (五)應用實例明：

國立中央大學工程五館 B 棟增建工程，在帷幕分包商的協助下，團隊建立鋁玻璃帷幕的施工模型，帷幕分包商在與團隊進行整合後，由於有正確的資訊及足夠的尺寸精度，可以在正確的時機點進行數位製造及將產品運至工地進行精確安裝。



和平國小既籃球運動館新建工程預鑄看台版製作：預鑄看台版施工圖說建置 BIM 模型，並檢討與場鑄結構之介面議題，並由 BIM 模型輸出各平面、剖面圖、及透視圖等參考圖說及資訊，輔助現場施作。



(六)可參考文獻：

1. Eastman, C. (2008) "BIM HANDBOOK A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers and Contractors."
2. Papanikolaou, D. (2008). "Digital Fabrication Production System Theory: towards an integrated environment for design and production of assemblies." Cuba, 484-488.
3. Reifschneider, M. (2009). "Managing the quality of structural steel Building Information Modeling."
4. Rundell, R. (2008). "BIM and Digital Fabrication (1-2-3 Revit Tutorial)."
5. Sass, L. (2005). "A production system for design and construction with digital fabrication." MIT.
6. Seely, J. C. (2004). "Digital Fabrication in the Architectural Design Process." Master Thesis, Massachusetts Institute of Technology.
7. 陳志文，中興工程研究大樓 BIM 技術整合之實務應用，中興工程第 120 期，2013 年 7 月，pp. 105-113。

#### 十四、A6 3D 控制與規劃(3D Control and Planning)

##### (一)應用敘述：

應用模型資訊執行建物部組件的現場放樣，或用做自動控制儀器移動至正確點位；此類模型資訊也用來產出各組件的細部控制點位座標以協助現場放樣；例如，將地下室外牆的模型座標資訊輸出給全測站儀(或直接以 GPS)以決定適當的開挖位置及深度。

##### (二)潛在價值：

- 1.將 3D 模型座標轉算為實地座標後，以施工模型直接做為控制依據，減少放樣誤差；
- 2.減少現地測量所花的時間進而提昇效率和生產力；
- 3.因控制點位資訊直接由模型輸出，避免了重工；
- 4.降低或消除語言障礙。

##### (三)資源需求：

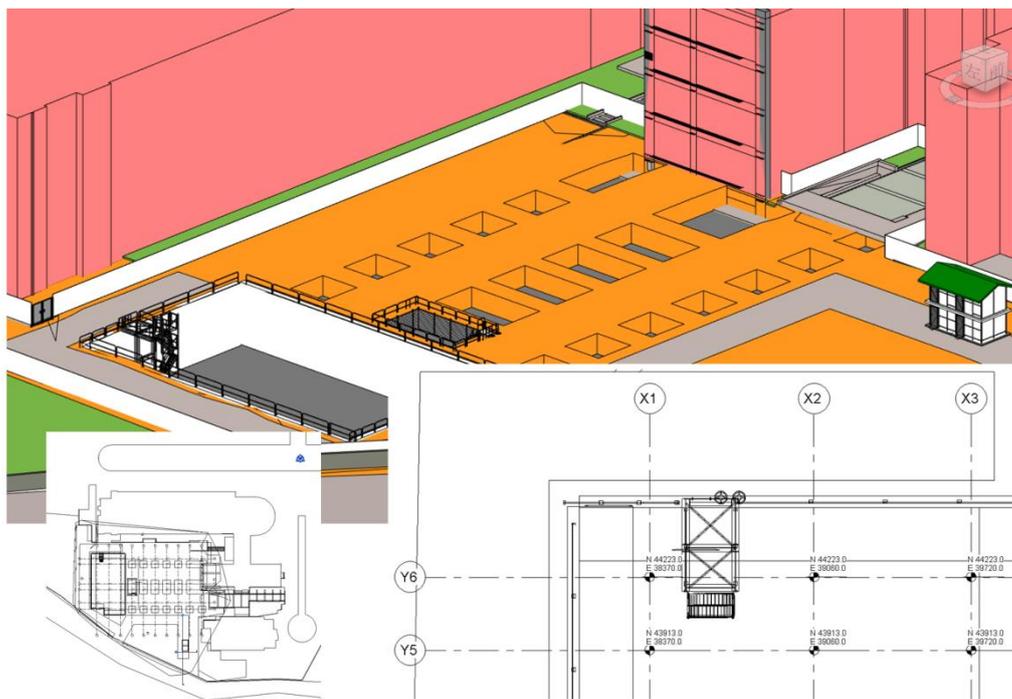
- 1.具 GPS 能力的儀器；
- 2.數位放樣儀器；
- 3.模型轉換軟體(將模型資訊轉化為可用資訊之軟體)。

##### (四)團隊能力需求：

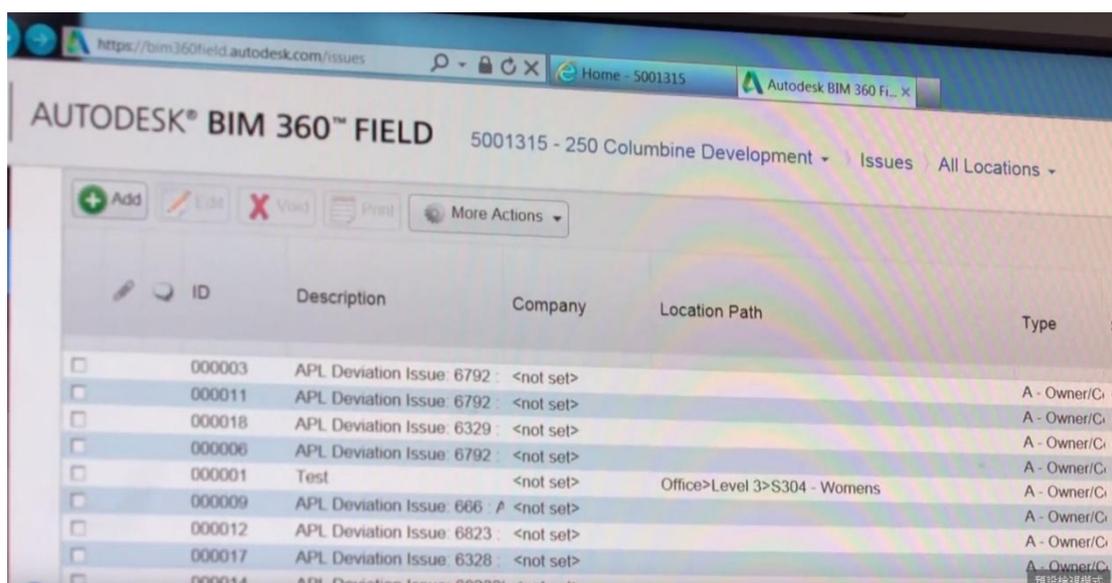
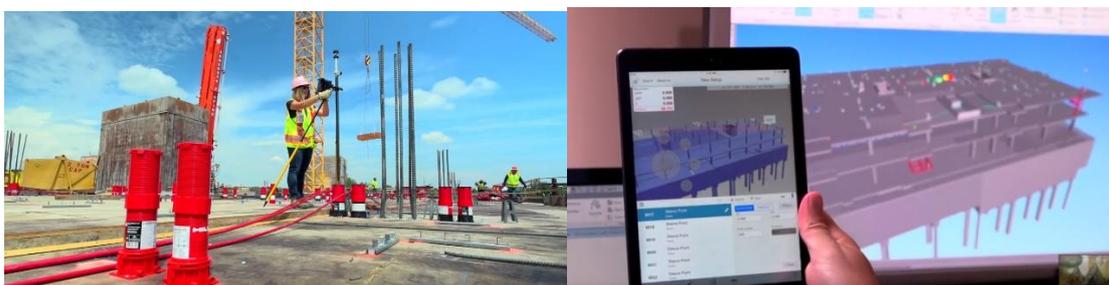
- 1.3D 模型的建置、操控、巡視、與檢閱能力；
- 2.瞭解及判讀模型資訊是否適用於放樣及儀器自動控制的能力。

##### (五)應用實例說明：

國立中央大學工程五館 B 棟增建工程施工廠商將現地測量的座標，轉入 BIM 工地空間規劃模型中，使得模型中的座標與其實際代表點位的座標相符，座標轉換正確後，模型中各點位的座標即代表其真實點位的座標：圖中示模型中的柱位座標即可做為柱位放樣所用。



Autodesk BIM 360 Layout - Customer Success Story: PCL Construction



資料來源：[https://www.youtube.com/watch?v=fOVD5S\\_lmEg](https://www.youtube.com/watch?v=fOVD5S_lmEg)

## (六)可參考文獻：

1. Garrett, R. E.(2007,January-February).PennDOT About to Embrace GPS Technology. Retrieved 2010, from gradingandexcavation.com:  
<http://www.gradingandexcavation.com/january-february-2007/penn-dot-gps-technology.aspx>>.
2. Strafaci, A.(2008,October).What Does BIM Mean for Civil Engineers? Retrieved 2010, from cenews.com:  
[http://images.autodesk.com/emea\\_s\\_main/files/what\\_does\\_bim\\_mean\\_for\\_civil\\_engineers\\_ce\\_news\\_1008.pdf](http://images.autodesk.com/emea_s_main/files/what_does_bim_mean_for_civil_engineers_ce_news_1008.pdf)
3. TEKLA International.(2008,October 28).Tekla Corporation and Trimble to Improve Construction Field Layout Using Building Information Modeling. Retrieved 2010, from tekla.com:  
<http://www.tekla.com/us/about-us/news/Pages/TeklaTrimble.aspx>
4. 陳志文，中興工程研究大樓 BIM 技術整合之實務應用，中興工程第 120 期，2013 年 7 月，pp. 105-113。

## 十五、A7 工程分析 (Engineering Analysis(Structural,Lighting,Energy,Mechanical,Other))

### (一)應用敘述：

依據設計規範的要求，以智慧型模擬軟體應用 BIM 模型求得最有效率的工程方案的流程；依此流程求得的建物系統方案(例如能源分析、結構分析、緊急疏散計畫等)，經業主核可後是後續設計、施工、及營運維護的基礎；此類分析工具及成效模擬對該設施的設計品質與後續使用時的能源消耗具有很大的影響。

### (二)潛在價值：

- 1.自動分析可節省時間及成本；
- 2.分析軟體一般而言較 BIM 建模軟體便宜，容易使用又較不會改變現有工作流程；
- 3.提昇設計公司的專業度及服務項目；
- 4.可以各種不同的嚴謹分析達到能源效率的最佳化設計方案；
- 5.應用審核及分析軟工具做工程分析的投資回報率高；
- 6.提昇設計品質並且降低設計分析所需的時間。

### (三)資源需求：

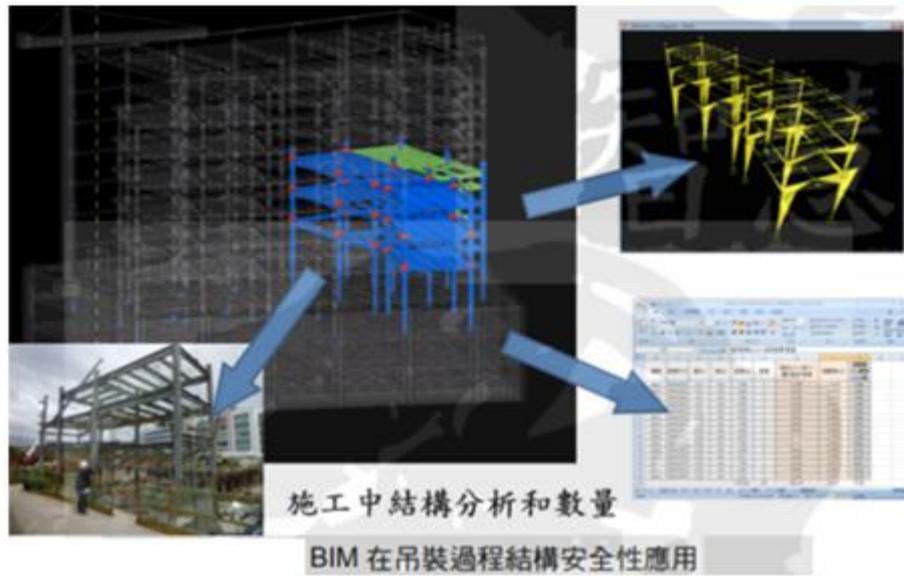
- 1.3D 模型操控；
- 2.工程分析工具和軟體。

### (四)團隊能力需求：

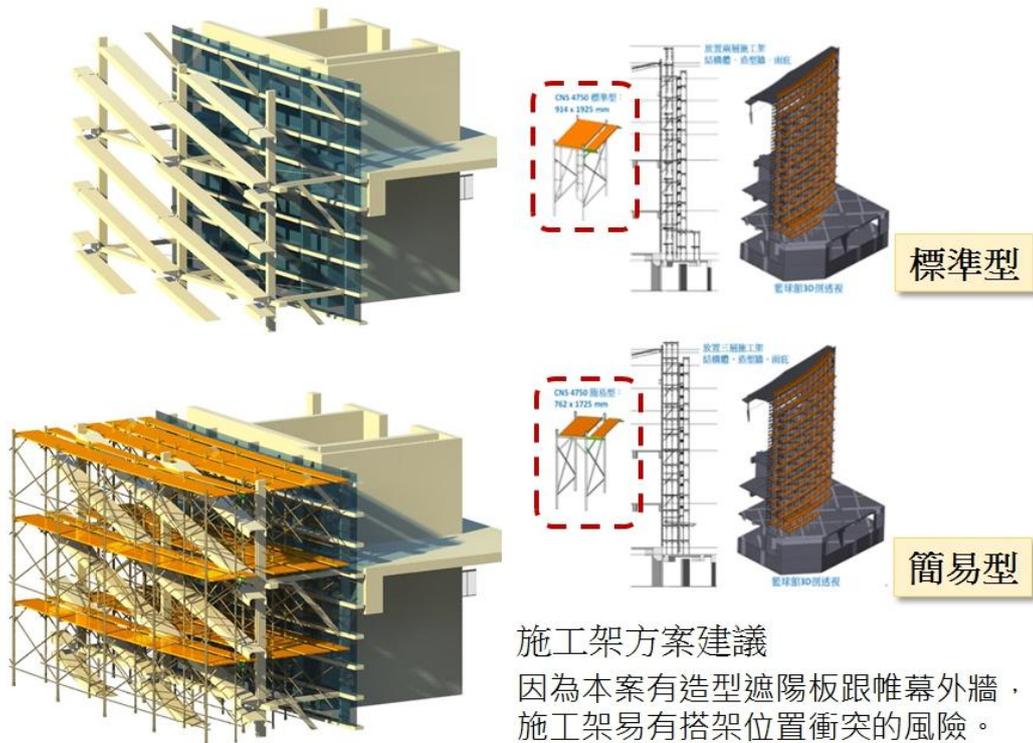
- 1.3D 模型的操控、巡視、與檢閱能力；
- 2.以工程分析工具來評估模型的能力；
- 3.施工機具及方法的知識；
- 4.設計與施工經驗。

### (五)應用實例說明：

中興工程研究大樓：基地面積 3,845.2m<sup>2</sup>，總樓地板面積 15,285.6m<sup>2</sup>，地上七層鋼骨結構、地下三層鋼筋混凝土構造。其中 BIM 在裝過程結構安全性應用如下圖所示。



和平國小既籃球運動館新建工程施工架方案檢討：輔助假設工程之規劃，整合建築、結構、外牆、帷幕等模型，進行施工架配置之檢討。已符合 CNS4750 之規範配置標準型及簡易型之方案，檢討介面衝突及計算數量，評估安全性及節省成本。



(六)可參考文獻：

- 1.Malin, N.(2008).BIM Companies Acquiring Energy Modeling Capabilities. <http://greensource.construction.com/news/080403BIMModeling.asp>
- 2.Marsh,A.(2006).Ecotect as a Teaching Tool. <http://naturalfrequency.com/articles/ecotectasteacher>
- 3.Marsh, A.(2006).Building Analysis:Work Smart, Not Hard. <http://naturalfrequency.com/articles/smartmodelling>
- 4.Novitzki,B.(2008).Energy Modeling for Sustainability. <http://continuingeducation.construction.com/article.php?L=5&C=399>
- 5.Stumpf, A., Brucker, B.(2008).BIM Enables Early Design Energy Analysis . <http://www.cecer.army.mil/td/tips/docs/BIM-EnergyAnalysis.pdf>
- 6.PIER Building Program(2008).Estimating Energy Use Early and Often. [www.esource.com/esource/getpub/public/pdf/cec/CEC-TB-13\\_EstEnergyUse.pdf](http://www.esource.com/esource/getpub/public/pdf/cec/CEC-TB-13_EstEnergyUse.pdf)
- 7.Ecotect-Building Analysis for Designers.<http://www.cabs-cad.com/ecotect.htm>
- 8.Khemlani(2007).AECbytes: Building the Future (October 18,2007).
- 9.陳志文，中興工程研究大樓 BIM 技術整合之實務應用，中興工程第 120 期，2013 年 7 月，pp. 105-113。

## 十六、A8 永續性分析(Sustainability(LEED)Evaluation)

### (一)應用敘述：

依照 LEED 或其它永續性準則來評定 BIM 專案的流程；此種流程可以針對材料、成效、或是過程。永續性評估應可用在營建專案全生命週期的所有階段，規劃、設計、施工、及營運，然若能在較早的規劃及設計階段就引進永續性評估，則可務實地由改變設計而影響成本及工期來產生效益。這種廣域綜整的評估工作需要許多不同領域的專家在早期提供專業論述並且進行互動評估，在規劃階段最好有契約性的整合規範。除了達到永續設計的目標外，要獲得 LEED 認證則還要提出某些計算式，備妥相關文書佐證；若能將永續設計分析濃縮整合到單一的資料庫，並模擬專案生命週期的所有永續面象，則能源模擬分析、各種算式、及相關佐證文書，都可以從整合的模型資訊輸出，是最有效率的獲得 LEED 認證的方法。

### (二)潛在價值：

- 1.在專案初期即有效率地進行團隊整合是永續專案的要件；
- 2.提早對各類替代設計方案進行可靠的評估；
- 3.在設計的初期就產出關鍵資訊，將可有效率地解決成本與工期衝突的問題；
- 4.因較早獲得設計決策而縮短實際設計所需時間，設計成本效益較高；
- 5.使設計的品質較高；
- 6.有效率地應用單一的資料庫而使設計審核及 LEED 認證的程序加快；
- 7.因專案的能源績效而使營運維護成本降低，也因精進能源管理而使建物績效最佳化；
- 8.提高專案的環境友善及永續；
- 9.可協助專案團隊未來在全生命週期間所需的整修建工作。

### (三)資源需求

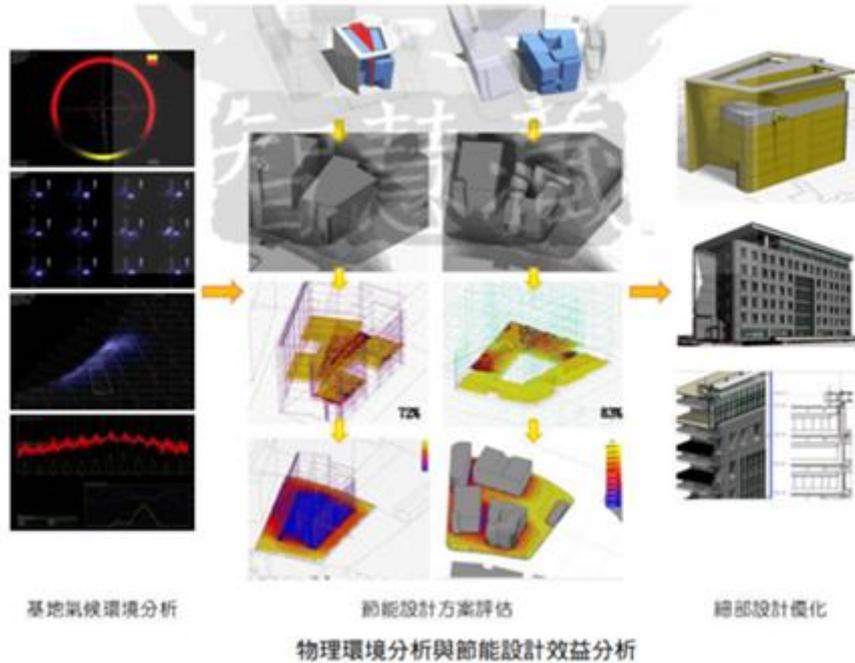
- 1.設計建模軟體；

### (四)團隊能力需求：

- 1.3D 模型的建置、操控、巡視、與檢閱能力；
- 2.具 LEED 認證及現行版本的得分項目相關知識；
- 3.建立及管理資料庫的能力。

(五)應用實例說明：

中興工程研究大樓：基地面積 3,845.2m<sup>2</sup>，總樓地板面積 15,285.6m<sup>2</sup>，地上七層鋼骨結構、地下三層鋼筋混凝土構造。其中 BIM 在物理環境分析與節能設計效益分析之應用如下圖所示。



(六)可參考文獻：

- 1.Krygiel,E.,and Brad, N.,2008, “Green BIM: Successful Sustainable Design with Building Information Modeling,” San Francisco.
- 2.McGraw Hill Construction,2010, “Green BIM-How Building Information Modeling Is Contributing to Green Design and Construction,” Smart Market Report, McGraw Hill Construction.
- 3.The Computer Integrated Construction Research Program, 2010, “BIM Project Execution Planning Version 2.0,” Penn State University.
- 4.Balfour Beatty Construction, 2010, “Sustainability and Engineering Guide Version 2.0,” Balfour Beatty Construction.
- 5.陳志文，中興工程研究大樓 BIM 技術整合之實務應用，中興工程第 120 期，2013 年 7 月，pp. 105-113。

## 十七、A9 設計圖審(Code Validation)

### (一)應用敘述：

以設計圖審軟體檢查模型中的參數是否符合專案指定法規的流程；設計圖審目前在美國還處在初發展階段，應用還不普遍。未來在模型檢核工具持續發展成熟後，軟體將可用來檢核各類法規，屆時就會在設計領域普及化。

### (二)潛在價值：

- 1.以 3D BIM 模型來確認建物的設計符合特定的法規，例如國際建物法規(International Building Code,IBC)、美國不便者法案(Americans with Disabilities Act, ADA)指引、及其它與專案相關的法規；
- 2.提早進行設計方案的設計圖審，可以降低因設計不符法規、未將法規納入設計考量等錯誤的機率，免除掉設計階段末期、甚至在施工時才做的耗時廢力改正工作；
- 3.在設計過程中用自動化的設計圖審方法，將可持續得到法規檢討的回饋；
- 4.減少將 3D BIM 模型交當地官員審核遭退再送審的往返時間，減少與執法官員安排見面、到現場會勘，列出缺失清單、修改再提報等時間；
- 5.減少錯誤、節省反覆檢核法規的時間，使得設計流程效率提高。

### (三)資源需求：

- 1.當地建築法規；
- 2.模型檢核軟體；
- 3.3D 模型操控。

### (四)團隊能力需求：

- 1.具有以 BIM 建模軟體為設計建模，及以模型檢核工具進行設計審核的能力；
- 2.具設計圖審軟體的應用能力，且有建築法規的知識和檢核法規的經驗。

### (五)應用實例說明：

建築執照電腦輔助審查：檢測面積的預設類型，計算方式已設定完成，C 檢測面積-法規檢討中新增或修改計算規則。

明細表: C檢測面積 - 法規檢討\_V3.9

<C檢測面積>

A	B	C	D	E	F	G	H
法規面積	名稱	C計入容積	C計入面積	C停車	C陽台	C梯廳	C免計容積機電設備總量
00 不可綠化面積	不可綠化面積	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
00 建築面積	建築面積	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
00 法定騎樓	法定騎樓	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
00 空地面積	空地面積	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
00 綠化面積	綠化面積	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
00 鄰房佔用	鄰房佔用	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
00 防火區劃	防火區劃	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
XI-3 入口雨遮	入口雨遮	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
XI-3 地下層突出物	地下層突出物	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
XI-3 屋簷	屋簷	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
XI-3 花台	花台	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
XI-3 遮陽板	遮陽板	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
XI-3 配電設備	配電設備	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
XI-3 雨遮	雨遮	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
XI-10 屋突面積	屋突面積	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
XI-18 挑空	挑空	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
XI-19 儲藏室	儲藏室	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
XI-19 居室	居室	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
XI-19 浴廁	浴廁	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
XI-19 管道間	管道間	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
XI-19 衣帽間	衣帽間	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
XI-19 非居室面積(口廁所)	其它非居室面積	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
XI-20 露台	露台	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

點選明細表中各層面積計入檢討，即可檢視容積、樓地板面積等數值，並於圖紙中檢視面積計算表。

面積計算表

使用分區	自填		建築面積		法定空地		容積樓地板				容積率%		機電設備	
	法定	實設	法定	實設	法定	實設	法定	容積種類	開放空間獎勵	實設	法定	實設	法定	實設
總基地面積							15000 m <sup>2</sup>				0 m <sup>2</sup>	300	0.00	61 m <sup>2</sup>
樓層	樓地板面積	機電設備空間	不計入容積部分		陽台梯廳15%應計入容積部分		容積樓地板面積		法規規組		戶數	樓高		
1FL	144 m <sup>2</sup>	61 m <sup>2</sup>	梯廳面積	陽台面積	0 m <sup>2</sup>		0 m <sup>2</sup>		F-醫療照護					
總計: 7	144 m <sup>2</sup>	61 m <sup>2</sup>	67 m <sup>2</sup>	8 m <sup>2</sup>	0 m <sup>2</sup>		0 m <sup>2</sup>							

明細表: A2-01-07各層面積計入檢討 - 法規檢討\_V3.9

<A2-01-07各層面積計入檢討>

A	B	C	D	E	F	G	H	I
法規規組	樓層	名稱	容積面積	超出計入容積面積	總容積面積	樓地板面積	機電設備(按16%)	停車面積(按5%)
F-1醫療照護	1FL	梯廳	0 m <sup>2</sup>			40 m <sup>2</sup>	0 m <sup>2</sup>	40 m <sup>2</sup>
F-1醫療照護	1FL	梯廳	0 m <sup>2</sup>			27 m <sup>2</sup>	0 m <sup>2</sup>	27 m <sup>2</sup>
F-1醫療照護	1FL	管道間	2 m <sup>2</sup>			2 m <sup>2</sup>	2 m <sup>2</sup>	2 m <sup>2</sup>
F-1醫療照護	1FL	電機間	30 m <sup>2</sup>			30 m <sup>2</sup>	30 m <sup>2</sup>	30 m <sup>2</sup>
F-1醫療照護	1FL	安全梯	0 m <sup>2</sup>			30 m <sup>2</sup>	30 m <sup>2</sup>	30 m <sup>2</sup>
F-1醫療照護	1FL	計容積陽台	16 m <sup>2</sup>			16 m <sup>2</sup>	0 m <sup>2</sup>	16 m <sup>2</sup>
F-1醫療照護	1FL	免計容積陽台	0 m <sup>2</sup>			0 m <sup>2</sup>	0 m <sup>2</sup>	0 m <sup>2</sup>
總計: 7			47 m <sup>2</sup>	0 m <sup>2</sup>	0 m <sup>2</sup>	144 m <sup>2</sup>	61 m <sup>2</sup>	144 m <sup>2</sup>

(六)可參考文獻：

1. Automated Circulation Validation using BIM. GSA. 1-22.
2. Eastman, C., Liston, K., Sacks, R. and Teicholz, P. BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers and Contractors. New York, NY: Wiley, 2008.

## 十八、A10 施工系統設計(Construction Systems Design)

### (一)應用敘述：

為了加強計畫而以 3D 系統設計軟體來設計與分析複雜的建築系統(例如模板支撐、帷幕安裝、拉條繫杆等)的流程。

### (二)潛在價值：

- 1.提高複雜的建築系統的可施工性；
- 2.提高施工的生產率；
- 3.提昇複雜的建築系統的安全認知；
- 4.降低或消除語言障礙。

### (三)資源需求：

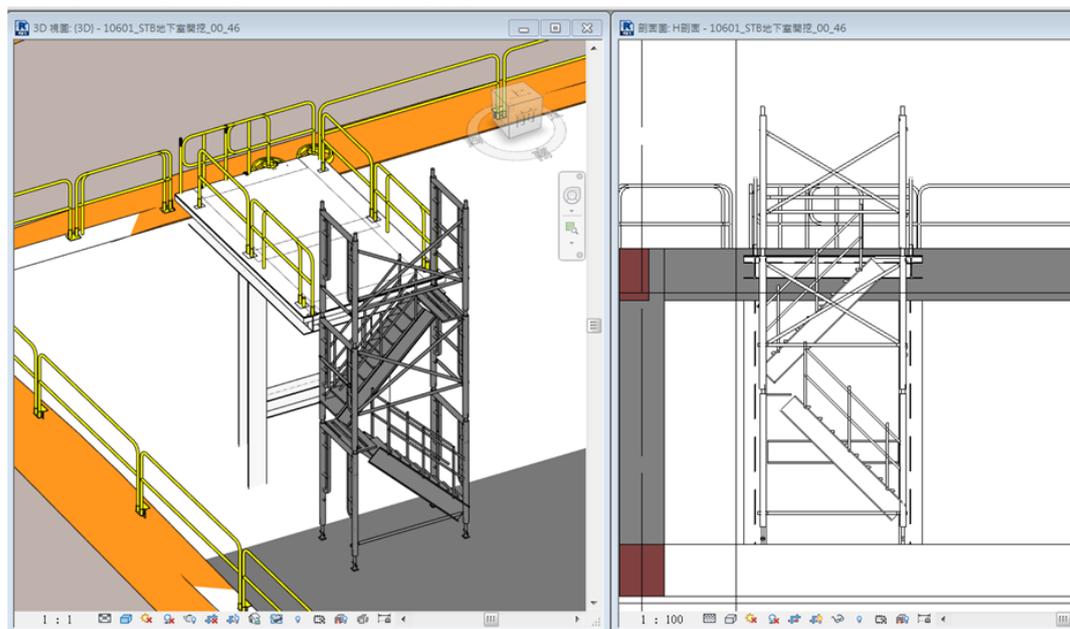
- 1.D 系統設計軟體。

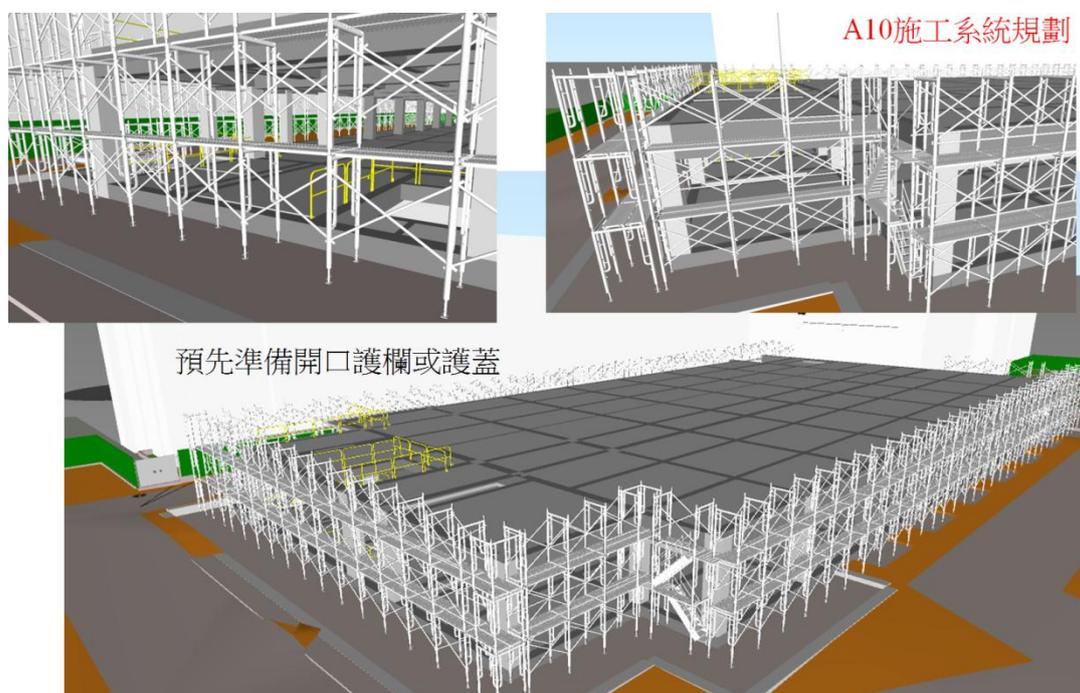
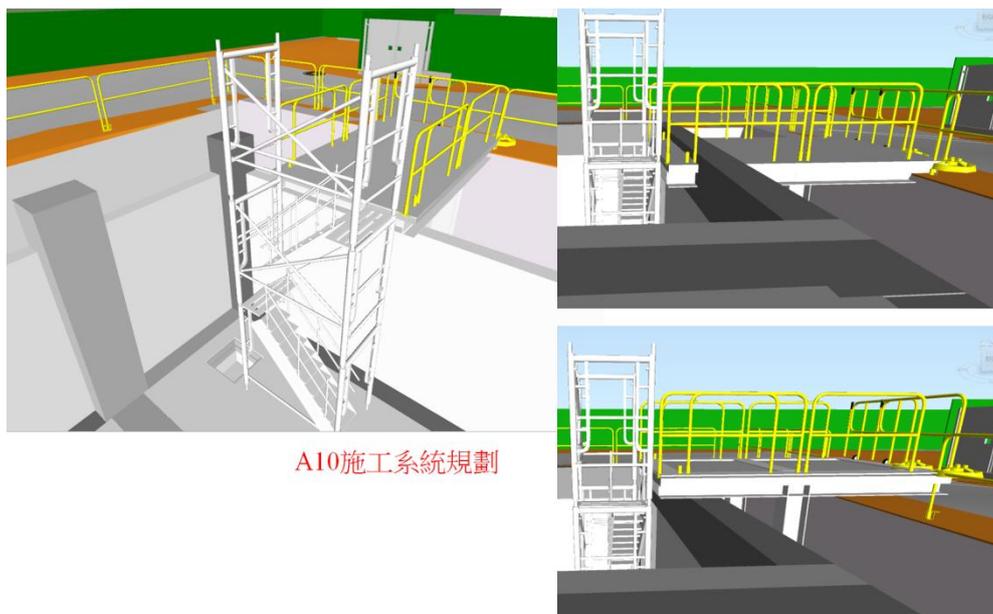
### (四)團隊能力需求：

- 1.3D 模型的操控、巡視、與檢閱能力；
- 2.應用 3D 系統設計軟體做適當的施工決策的能力；
- 3.具有建築部組件的施工實務知識。

### (五)應用實例說明：

國立中央大學工程五館 B 棟增建工程施工廠商將工地規劃模型用來做施工架及開口安全設施的施工系統設計；包括地下室開挖後，模版、鋼筋、及混凝土施工所需的上下安全梯、護欄，及地面層施工時的施工架搭設規劃；可供工地人員溝通、工序規劃、工安檢討時使用。





(六)可參考文獻：

- 1.Leventhal,Lauren.” Delivering Instruction for Inherently-3D Construction Tasks: Lessons and Questions for Universal Accessibility” .Workshop on Universal Accessibility of Ubiquitous Computing:Providing for the elderly.
- 2.Khemlano(2007).AECbytes: Building the Future (October 18,2007).

## 附錄七、業主導入 BIM 計畫案例教材

### 序

本文件乃依據內政部建築研究所 2015 年委託研究案之成果報告建議，引用新加坡 BIM 指南文件中的「組織導入 BIM 細則」(原文為英文)，經轉譯後再依國立中央大學總務處之需求套用改寫。國立中央大學總務處於 2013 年開始導入 BIM，由派員接受軟體訓練開始，購置軟硬體設備，在組織內設立「BIM 小組」，至今已有三年經驗，2014 年開始嘗試撰寫內部的「BIM 標準程序」及「專案 BIM 執行計畫」，部份管理階層及員工已累積有足夠的 BIM 經驗，導入 BIM 的時機已經成熟，為確保能有效率地導入 BIM，特擬定本計畫供參循。(因回溯而年序錯亂)

#### 一、概述

這份文件是為國立中央大學總務處導入 BIM 所撰寫，目的是要協助總務處成功導入 BIM。由於 BIM 在本質上是提供資訊的一種服務，故在導入架構上以「服務品質」的七個構面進行，這七個構面分別是：

- (一)領導面
- (二)規畫面
- (三)資訊面
- (四)人員能力面
- (五)流程面
- (六)客戶參與面
- (七)成果展現面

國立中央大學總務處的「BIM 導入計畫」已獲總務長承諾並且積極參與，總務長理解且認同組織導入 BIM 的意圖，將定時監督並且帶領公司朝組織導入 BIM 的目標邁進。

表1. 國立中央大學總務處導入 BIM 之七步驟

步驟	說明	備註
1	獲得領導階層支持	

步驟	說明	備註
	(1)將高階資深領導人納入導入計畫內。 (2)組成角色及責任明確的 BIM 委員會。	
2	規劃 (1)制定 BIM 導入計畫 (2)在導入計畫中明確定義：BIM 願景、BIM 目標、BIM 主題、變革管理、及軟硬體需求。	
3	資訊 (1)定義 BIM 標準 (2)明確定義 BIM 品保查核 (3)明確定義 BIM 資訊管理	
4	流程 (1)明確擬訂專案的 BIM 流程	
5	人員及能力 (1)BIM 能力圖 (2)BIM 教育訓練路徑圖 (3)BIM 角色(BIM 經理及/或 BIM 協調員)	
6	客戶參與 (1)BIM 執行計畫 (2)BIM 狀態	
7	成果展現 (1)明確定義關鍵績效指標(KPI)：專案內、組織內、或人員水準	

## 二、領導人支持的重要

### (一)資深領導人(總務長)

組織導入 BIM 時一定要有高階資深領導人的全力支持、全程帶領，高階資深領導人的主要任務是：

- 1.為組織制定 BIM 願景及 BIM 目標
- 2.向組織內員工及關係人溝通、展示、及捍衛前項願景及目標
- 3.提供導入 BIM 所需的資源並且確實監督導入的狀況

### (二)BIM 委員會

設立 BIM 委員會來支持前述資深領導人擬訂並且執行「BIM 導入計畫」，BIM 委員會的設立原則有以下三項：

- 1.應由公司內的資深高階領導人擔任 BIM 委員會主席；

2. 公司內各階層都應有代表參與；
3. 委員會內成員應有明確的角色與責任，國立中央大學總務處的 BIM 委員會成員及責任如表 2 示。

表 2. 國立中央大學總務處 BIM 委員會成員的角色與責任

姓名及職稱	角色與責任
總務長	(1)主任委員，主持 BIM 委員會，主導 BIM 導入 (2)管理導入計畫 (3)提供導入 BIM 所需的資源
資深校園規劃委員	(1)在組織主要商業流程中確認 BIM 的機會 (2)評估導入成果 (3)將 BIM 納入公司的主要商業流程中
營繕組組長	(1)擬訂並且更新公司的 BIM 標準 (2)確認採用適切的 BIM 技術/軟體 (3)制定 BIM 訓練計畫 (4)辦理 BIM 實務經驗分享工作坊 (5)新技術及流程作法的試作及評估
營繕組技正	(1)提出且執行 BIM 導入示範專案 (2)提供試辦 BIM 專案團隊所需的輔導 (3)強化成功經驗以製做示範案例
採購組組長	(1)組織內主要的 BIM 人力資源
事務組組長	(2)在專案中應用 BIM 進行工程管理 (3)提出工地對 BIM 的需求及應用經驗回饋
保管組組長	(1)組織內主要的 BIM 人力資源
文書組組長	(2)在專案中應用 BIM 進行工程管理 (3)提出工地對 BIM 的需求及應用經驗回饋
BIM 小組成員	協助 BIM 委員會之庶務相關工作

### 三、規劃-擬定 BIM 導入計畫

BIM 委員會最重要的一項交付成果是「BIM 導入計畫」，該計畫的執行，是要將公司由目前「無或少許」BIM 化，推動到有效率、有創意、及公司全面 BIM 化。

擬定 BIM 導入計畫應從由資深高階領導制定公司的 BIM 願景及 BIM 目標

開始，國立中央大學總務處的 BIM 目標與 BIM 願景為：

(一)BIM 願景

1.國立中央大學的 BIM 願景說明：

做為國內少數歷史悠久、校景優美、校風純樸、校譽優良的頂尖研究型大學，應持續導入新科技及技術，以提昇校園資產管理效率，提供全校教職員學生數位化智能校園服務。

2.以 BIM 提昇智能化校園服務及資產管理

採用 BIM 的數值模擬功能以強化總務處的資產管理效益，以提供更多加值服務，讓全校教職員學生皆能依據量化的模擬成果做完美的校園使用決策。我們宣示在 2018 年開始，本校所有的興建校舍專案都採用 BIM，2022 年實現智能化校園服務及資產管理。

(二)BIM 目標

在「以 BIM 提昇智能化校園服務及資產管理」的願景下制訂 BIM 目標，並將該目標具體化為 BIM 應用，以符合明確、可量測、且可在指定的時間內達成。國立中央大學總務處的 BIM 目標如表 3 所示：

表3. 國立中央大學總務處的 BIM 目標及預計達成時間

BIM 目標	具體的 BIM 應用	關鍵成效指標(KPI)	預計達成時間
採用 BIM 的數值模擬功能提昇智能化校園服務及資產管理	本校所有的興建校舍專案及校園維護管理都採用 BIM 資訊	短期： 先導專案團隊具有基本 BIM 能力 中期： (1)組織內新建校舍的維護管理工作，採用基本 BIM (2)先導團隊具有進階 BIM 能力 長期： (1)所有校園資產維管採用基本 BIM (2)個別資產有創意地採用 BIM 技術	2017 年第 4 季  2020 年第 2 季  2022 年第 4 季

(三)主要議題

建議在 BIM 導入計畫中列出一些主要議題，以便組織在執行導入時可以聚焦，主要議題的範例如下：

為鼓勵員工持續學習並提出創意以達成組織的願景及目標

- 1.學習新的能力：新的技巧、新的科技、新的專業
- 2.以創意提昇價值：新式的服務、提昇效率的流程、更精確的資訊

#### (四)變革管理

在擬定 BIM 導入計畫時應實施變革管理，也就是要能循序漸進地協助改變，且能避免抗拒及減少干擾破壞，一般變革管理依三個階段進行，範例如下：

- 1.營造改變的氛圍(3 至 6 個月)：闡述改變的急迫性(例如符合政府的要求、新專案業主的要求、及同業的競爭等)，明確說明願景、目標、及採行的達標計畫，充份瞭解主要風險及關鍵成功要素，想出改變策略及動力。
- 2.開始進行改變(6 至 12 個月)：溝通(明確且經常告知改變的強制性、舉辦工作坊分享成功實務經驗、從基本面徵求並闡述執行議題)，執行(提供訓練及所需資源、取得設備及軟體、制訂標準)，快速達成(指定先導專案、獎勵先行者、設定務實的目標)。
- 3.持續堅持改變(12 至 24 個月)：在專案或團隊間進行成功經驗移轉(制定快速啟動樣板供新加入團隊依循、制定團隊發展進階知識的進程路圖)，強化改變成果(明確定義責任與義務、制定獎勵機制、將 BIM 實務納入公司的標準作業流程中)。

#### (五)BIM 環境(硬體及軟體)

本節列出支撐組織執行 BIM 專案所需的環境，也就是 BIM 的軟硬體需求，一般而言，BIM 環境由下列各項組成：

- 1.表列每一種 BIM 工作採用的軟體(BIM 建模軟體、BIM 審核軟體、BIM 協同作業軟體、分析軟體、及其它軟體)。
- 2.要能順利以 BIM 軟體執行適切規模專案所需的電腦硬體。
- 3.為能順利在組織內及與外部合作夥伴進行協同作業、資訊共享，所需的專案整合網路平台、資訊標準、及資料文件管理系統。

### 四、資訊(標準、品質保證、BIM 資訊管理)

#### (一)BIM 標準

組織應該制定 BIM 標準，以便能詳述在專案的某個階段達到某一個特定的目的，需要建置什麼樣(What)的 BIM 模型及其建置方法(How)。建議依照 BIM 建模導則(BIM 協同作業指南附錄 C)來制定各分專業的 BIM 標準，範例如下：(試

模擬訂國立中央大學總務處 BIM 標準)

表4. 國立中央大學總務處 BIM 標準

<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 前言</li> <li>2. 擬定本標準的目的</li> <li>3. BIM 團隊組織表及角色與責任 (例如 BIM 經理、協調員、建模者)</li> <li>4. 專案之 BIM 交付成果</li> <li>5. 專案伺服器(檔案結構及命名規則)</li> <li>6. BIM 專案流程及時間(單一專業、多專業內部整合、多專業外部整合)</li> <li>7. BIM 建模需求 BIM 建模軟體 專案樣板 專案座標、樓層、及網格 檔案架構 分工架構 物件建置</li> </ol>	<p style="text-align: center;">實務範例 開始上手</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>8. 模型內容(依建築、結構、機電、數量計算、景觀建築、施工等分專業區分內容)</li> <li>9. 模型品質保證/品質控制 依建築、結構、機電、數量計算、景觀建築、施工等分專業分別檢核品質再進行專業間整合避免衝突再檢核模型、圖面、及表格間的一致性</li> <li>10. 檔案交換(檔案格式、組織內交付方法、組織外交付方法)</li> <li>11. 附錄 常用的 BIM 用語 BIM 參考文獻 組織的 CAD 標準</li> </ol>
--	---

無論是否由 BIM 模型中輸出，2D 圖面及相關表格也應納入 BIM 標準中，並且依據現有的 BIM 技術，適當地在 BIM 標準中說明要加入哪些資訊，例如在由 BIM 模型輸出的圖面中加入正確格式的註解及說明。

(二)BIM 品質保證

BIM 品質保證就是確保所建資訊的正確性，是做為提供資訊的服務相當重要的一環，BIM 建模品質檢核的範例如下：

- 1.模型確認(視覺檢核)：確保模型建置符合 BIM 標準所規定的方法
- 2.屬性資料確認(採用標準物件)：確保物件附帶的資料正確
- 3.衝突檢核確認(電腦輔助檢核)：以衝突檢核軟體自動檢核建築元件間的衝突(硬碰撞檢核)，檢核建築元件間是否有安裝及維護保養所需的間隙(軟碰撞檢核)。
- 4.協作交換確認(視覺檢核)：確保依照專案執行計畫所規定的資訊交換協議進行模型發佈及取用。

(三)BIM 資訊管理

BIM 標準也應涵蓋相關的資訊管理實務，例如資料夾架構、檔案命名規則、及顏色使用規定等。BIM 資料夾架構的範例如圖 1 所示。



圖1. 國立中央大學總務處 BIM 專案資料夾架構

資料夾中的檔案也應依照相關規定命名，範例如表 5 所示。模型架構拆分則如表 6 所示。

表5. BIM 檔案命名公約範例(一)

專案碼						分項碼				區碼			作者碼		自訂欄位
1	0	5	X	2	-	E	W	-	0	0	-	2	4		

表6. BIM 檔案命名公約範例(二)

專案碼	由公司統一制定的專案五碼識別碼	
專業分項碼 (二碼)	S- RC A- SC EW ST M- X-	鋼結構(含鋼構柱、梁、斜撐) RC 結構(含 RC 柱、梁、版) 建築模(內牆含輕隔間牆、門、窗、天花板等裝修部部分) 梯核(Stair Core)結構部份(RC 梯或鋼梯) 外牆模型 基地模型 機電模型 整合(含各類整合檔)
區碼(二碼)	NN  --	二碼數字碼代表分區別： 00 代表不分區 10 代表第 1 區：12、14、16、18 次分區 20 代表第 2 區：22、24、26 次分區
作者碼(二碼)	NN	依專案成員代碼
使用者自訂欄位	選擇性欄位	自訂供內部識別使用

BIM 的模型架構拆分原則如圖 2 所示(嘗試用工程五館 B 棟增建工程之模型)。

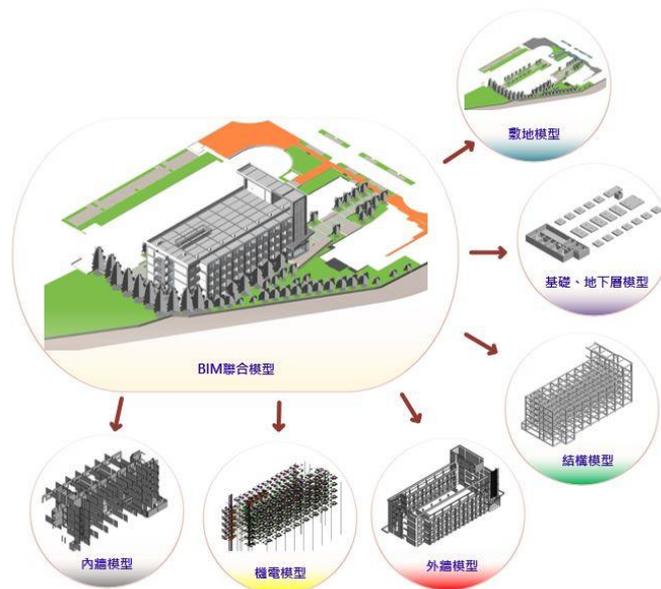


圖2. BIM 模型架構拆分原則

### 五、流程(專案的 BIM 流程)

BIM 流程主要是明確列出在專案的哪一個階段需要製作並交出哪一種 BIM 模型資訊，圖 3 為一般資產業主在各階段的 BIM 模型資訊與流程。

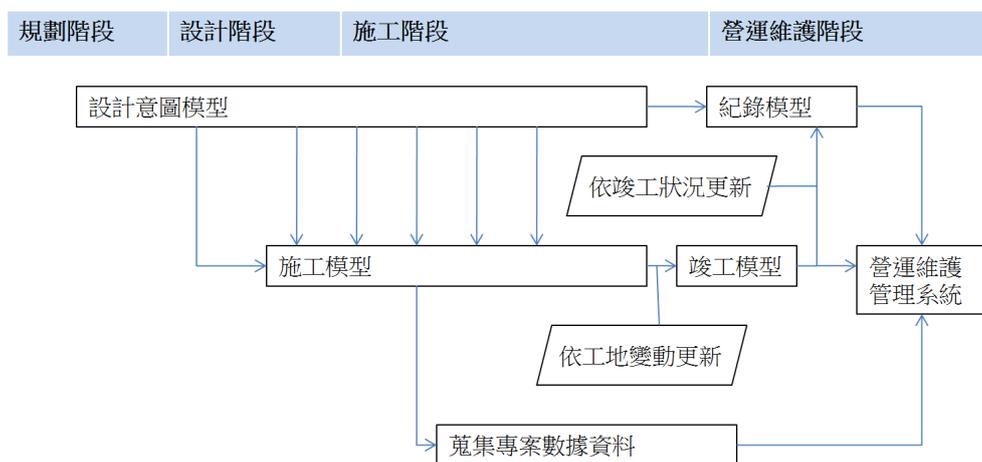


圖3. 專案全生命週期的模型資訊需求與流程

### 六、人員及能力(BIM 競爭力、訓練路圖、BIM 相關角色表列)

在導入 BIM 的計畫中，培植人員的 BIM 能力是非常重要的一環，公司應該建置人員 BIM 能力圖及人員訓練計畫，以便能有系統地培植人員的 BIM 能力，可以先從表列出公司人員的職級、人數、及其現有的 BIM 能力開始。

#### (一)BIM 能力圖

依照公司的願景及制定的 BIM 目標，分析需要的 BIM 人力資源，列出 BIM 能力圖。表 7 為範例(若第 3 案有不同的成果則亦可引用)。

表7. 個人 BIM 能力圖(Competency Map)

程度	初級	中級	高級
工作經驗	1-2 年	3-5 年	6-8 年
技能/ 知識	領域知識： 建築 機電工程 土木結構工程 數量估價 測量放樣 施工管理	領域知識： 營建工地經驗 綠建築設計專業  BIM 知識： 國家 BIM 指南 組織 BIM 標準	領域知識： 實際負責執行營建專案經驗  BIM 知識： 推動 BIM 整合會議 規劃 BIM 流程 BIM 契約與法規議題

程度	初級	中級	高級
工作經驗	1-2 年	3-5 年	6-8 年
	設施管理 BIM 知識： BIM 概念 BIM 應用 BIM 價值及 ROI 軟體技能： BIM 建模工具 BIM 設計審核工具	BIM 執行計畫 BIM 品質檢核 軟體技能： BIM 建模工具 BIM 設計審核工具 BIM 分析工具 BIM 整合工具	組織導入計畫 BIM 品質檢核 軟體技能： BIM 建模工具 BIM 設計審核工具 BIM 分析工具 BIM 整合工具 Project workspace
證書		BIM 建模能力證書 BIM 軟體結業證書	BIM 管理能力證書 BCAA 專家文憑

## (二)人員訓練計畫

用表 7 對照公司現有的人力，即可對比分析需要進行的人員訓練，表 8 為人員訓練計畫範例。中央大學的人員以訓練 BIM 流程經理及資產管理人員為目標。

表 8. 組織內 BIM 訓練路徑圖(Training Roadmap)範例

訓練方案	受訓人員	受訓人數	時間	訓練提供單位
BIM 概念	資深管理人員	5	2016 年 11 月	內訓
BIM 管理(1)	前導工地主任及人員	4	2016 年 11 月	內訓
BIM 模型整合應用	內業工程師	10	2017 年 3 月	外訓
BIM 管理(2)	工地主任	10	2017 年 3 月	內訓
BIM 建模	外業工程師	10	2017 年 7 月	Autodesk

人員訓練不一定要正式排定的課程，可以更有彈性地包括下列各種型式：

- 1.正式 BIM 訓練課程獲得新技術及技巧
- 2.安排已具能力和經驗的老手搭配新手一起執行 BIM 工作，由老手帶領訓練新手
- 3.召開或參加相關論壇及工作坊，獲得及分享重要關鍵及解決問題的方法
- 4.研讀成功案例的經驗教訓報告
- 5.持續提供員工各類型的學習機會。

### (三)與 BIM 相關的角色

用 BIM 執行營建專案會出現一些新的資訊提供及溝通的角色，明確列出這些人員扮演的角色及應負擔的責任相當重要，範列如表 9 所示。(視本研究的成果，很可能要加列 BIM 流程經理，或稱為業主 BIM 代表)

表9. BIM 角色與責任表

角色	模型管理責任
BIM 流程經理/ 業主 BIM 代表	
專案 BIM 經理 (可由主任技 師、總顧問、由 專案經理或業主 指派的 BIM 專家 擔任)	擬定並且執行下列各項： (1)BIM 執行計畫 (2)BIM 應用目的 (3)成員責任對應表 (4)BIM 交付成果及其時間表 (5)BIM 建模品質控制 (6)BIM 協同作業
工程顧問之 BIM 協調員	在設計及施工階段負責以下各項： (1)建置 BIM 設計模型及相關文件 (2)擬定分專業之 BIM 應用目的(含分析) (3)協調整合 BIM 建模員、設計顧問、及成本顧問 (4)協調整合承包商與其分包商 (5)確保建模品質
承包商之 BIM 協 調員	在施工階段負責以下各項： (1)協調整合設計顧問與分包商 (2)研讀判定招標文件 (3)審核設計模型和製造模型及圖面(Drawings) (4)用 BIM 做整合、施工排程、工易性分析、成本分析、及工地應用 (5)建置施工模型及竣工模型 (6)確保建模品質

## 七、客戶參與(BEP、BIM 狀況)

完整 BIM 專案的要義在於與營建相關的多重專業公司之間的溝通協調、團結合作共享資訊，這些協同作業程序明確地寫在 BIM 執行計畫(BIM Execution Plan,BEP)中，所以，瞭解並且參與 BEP 的制定是任何公司導入 BIM 的重要項目，建議參照「TW-04BIM 執行計畫(BEP)制定要項」。

### (一)BIM 執行計畫(BEP)

BIM 執行計畫是經由業主核可的基準文件，是專案團隊據以達成預設的目標(包括各項 BIM 交付成果)的指導文件，特別是在 BEP 中的團隊成員角色及責任對應表，明確指出契約各方在專案的各個階段，使用 BIM 溝通協作時的責任區分，包括由哪方負責建置模型資訊、如何建置、哪一方負責協調整合模型、發佈及使用模型。一般而言，BEP 的內容有：

- 1.專案資訊
- 2.專案成員
- 3.專案每一個階段的專案目標及 BIM 目的
- 4.每一個 BIM 目的對應的 BIM 交付成果
- 5.每一項 BIM 交付對應的建模者及用模者
- 6.每一項 BIM 交付對應的模型元件、細緻度(Level of details)、及所需的屬性資料
- 7.BIM 模型資訊之建置流程、維護方式、及整合協作方法
- 8.資訊交換協定及交付格式標準
- 9.技術平台及應用軟體

BEP 一般是在專案一開始就要制定完成，但後續可以依據成員的變更或專案更新的 BIM 目的而修改調整，重要的是，這些 BEP 的變更調整一定要經過業主或業主指派的 BIM 經理的核定。

BEP 也可以經由專案主契約中的 BIM 特定條款來指定制定供參循。

### (二)BIM 條款

應用 BIM 的營建專案都會在主契約外附加訂定「BIM 特定條款」(請參照 TW-01 文件)，參與該專案的所有團隊，都應該在其合意擬定的契約中附加「BIM 特定條款」，在這份文件中明確規定模型的所有權、協同整合義務、及風險分配等，一般 BEP 的要求也是在這份文件中指定。

## 八、成果

建議定期檢核公司導入 BIM 的成果，並且根據導入成果的狀況適時修正導入計畫，以確保導入計畫能順利完成。一般以關鍵績效指標(Key Performance Indix, KPI)檢核導入的成果，下列各項為 KPI 範例：

### (一)專案品質提昇方面：

- 1.組織內用 BIM 執行的專案的百分比
- 2.參與 BIM 導入的專案夥伴百分比
- 3.專案採用 BIM 的階段範圍
- 4.用 BIM 提供新式增值服務的件數
- 5.BIM 交付成果的準確度
- 6.專案延時百分比及專案超支百分比

### (二)全公司 BIM 能力提昇方面：

- 1.領導階層介入深度、導入計畫規劃成果
- 2.資訊及流程標準
- 3.人員 BIM 能力
- 4.客戶參與度
- 5.新的工作模式

### (三)公司內人員的能力提昇方面：

- 1.公司員工接受 BIM 訓練的百分比
- 2.公司員工取得 BIM 證照的百分比
- 3.取得 BIM 技術的水平(BEP 規劃、建模、分析、整合協作、輸出文件、客製化)
- 4.專案採用 BIM 技術的百分比
- 5.員工完成 BIM 經理、BIM 協調員、及 BIM 建模員訓練的百分比

每一個 KPI 都可以對應組織投入的資源(Input)，以輸出、獲得的成果、或是產生的衝擊來量化表示，以下是組織投入的訓練資源及其對應的產出、成果、或是衝擊的範例：

- 1.輸(投)入：訓練資源
- 2.輸出：完成訓練的員工數
- 3.成果：專案採用 BIM 的階段範圍
- 4.衝擊：具有取得 BIM 專案的能力



## 附錄八、專案管理顧問 BIM 執行計畫案例教材

### 國立中央大學工程五館 B 棟大樓增建工程-專案管理顧問 BIM 執行計畫

本執行計畫依照契約之要求，參照內政部建築研究所「我國 BIM 協同作業指南執行要項研擬成果報告之「TW-04 BIM 執行計畫(BEP)制定要項」及「TW-06 專案管理暨監造顧問 BIM 指南執行要項」兩項文件，由 BIM 工作小組成員合意擬定。

#### 一、專案資訊

(一)專案名稱：國立中央大學工程五館 B 棟大樓增建工程

(二)專案參考編號：10603\_TWBG\_BEP

(三)契約型式/交付方法：專案管理

(四)專案概述：現工程五館由 A、B、C 三棟 RC 建物組成，本案為 B 棟擴建；需符合空間需求及「國立中央大學總務處導入 BIM 計畫」。

二、專案成員(應出席定期在工務所召開的 BIM 會議)

表1. 10601\_PCM\_BEP\_BIM 工作小組成員

姓名	代號	BIM 角色	任務說明	備註
OOO	20	業主 BIM 代表 /BIM 經理	綜合管理 BIM 相關工作	專案經理
OOO	22	BIM 協調員	與規劃設計相關 BIM 工作	規劃師
OOO	24	BIM 協調員	與施工相關 BIM 工作	監造師
OOO	10	列席	代表業主參與 BIM 相關工作	視需求代表 業主列席

註：為求專案資訊之「可繼承性」專案小組人員代號建議應顧及在整個專案生命週期有效。

三、營建專案 BIM 目的(本案為專案管理顧問 BIM 應用，並傾向採用統包方式執行，依 BIM 指南中 BIM 應用工作，先列出如下：)

(一)五項基本 BIM 應用工作：

1.E1：基地現況建模(Existing Condition)

2.E2：設計表達(Design Authoring)

3.E3：設計審批(Design Review)

4.E4：3D 協作整合(3D Coordination)

5.E5：集成模型匯編(Record Modeling)

(二)施工階段進階 BIM 應用工作：

1.A1：成本估算(Cost Estimating)

2.A2：歷時規劃(Phase Planning)

3.A4：工地利用規劃(Site Utilization)

4.A5：數位製造(Digital Fabrication)

5.A6：3D 控制與規劃(數位放樣(3D Control and Planning)

6.A10：施工系統設計(Construction Systems Design)

四、BIM 應用及交付項目(依 TW-06 專案管理暨監造顧問 BIM 指南執行要項之五擬定)

(一)本案 BIM 交付項目包括模型交付項及應用成果交付項共 22 項如表 2 所示，其中 J2 及 J22 為模型交付項，其餘為應用成果報告。

表2. 10601\_PCM\_BIM 應用工作交付項與負責成員矩陣表

時程	交付項名	對應之 BIM 應用工作	負責之團隊成員				
			20	22	24	10	編號
規劃階段	執行計畫(BEP)	成果報告	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	J1
	規劃設計構想 BIM 建模成果	E1, E2, E3, E4	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>			J2
	設計及施工 BIM 準則	成果報告	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		J3
	建築、結構、水電管線套繪圖說檢核表	成果報告	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		J4
	規劃設計構想 BIM 成果報告	成果報告	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	J5
	擬定國立中央大學總務處 BIM 標準	成果報告	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	J6
採購發包	估算 BIM 專案執行經費需求	成果報告	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	J7
	規劃 BIM 服務專案之契約模式	成果報告	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>			J8
	規劃統包專案 BIM 契約條文	成果報告	<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>		J9
	執行 BIM 專案服務採購	成果報告	<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>	J10
	審核統包商提送之 BEP	成果報告	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	J11
統包設計階段	參與各設計界面協調整合會議	成果報告	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>			J12
	審查統包商所提送之細部設計定案 BIM 模型	成果報告	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>			J13

時程	交付項名	對應之 BIM 應用工作	負責之團隊成員				
			20	22	24	10	編號
	審查統包商提送之細部設計 BIM 檢核成果報告書	成果報告	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	J14
統包施工階段	施工前 BIM 模型檢討	成果報告	<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>		J15
	參與施工界面協調整合會議	成果報告	<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>		J16
	審查各里程之 BIM 檢核成果報告書	成果報告	<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	J17
竣工階段	審查統包商提送之竣工模型	成果報告	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>			J18
	編制 BIM 設計管理準則	成果報告	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>			J19
	編制 BIM 施工管理準則	成果報告	<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>		J20
	編制 BIM 使用維護計畫報告書	成果報告	<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>	J21
維護管理階段	集成模型匯編提送供業主資產管理所用	E5, O1	<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>	J22

(二)依據表 2 所列的 J2 及 J22 兩項交付項需求，所需建置的 BIM 模型、建模者、及用模者，依 TW-04 附錄 A 修訂擬定，如表 3 所示。基本設計階段之模型交付時間依主契約之規定。

表3. 10601\_PCM\_BEP 應建 BIM 模型、建模者與用模者矩陣表

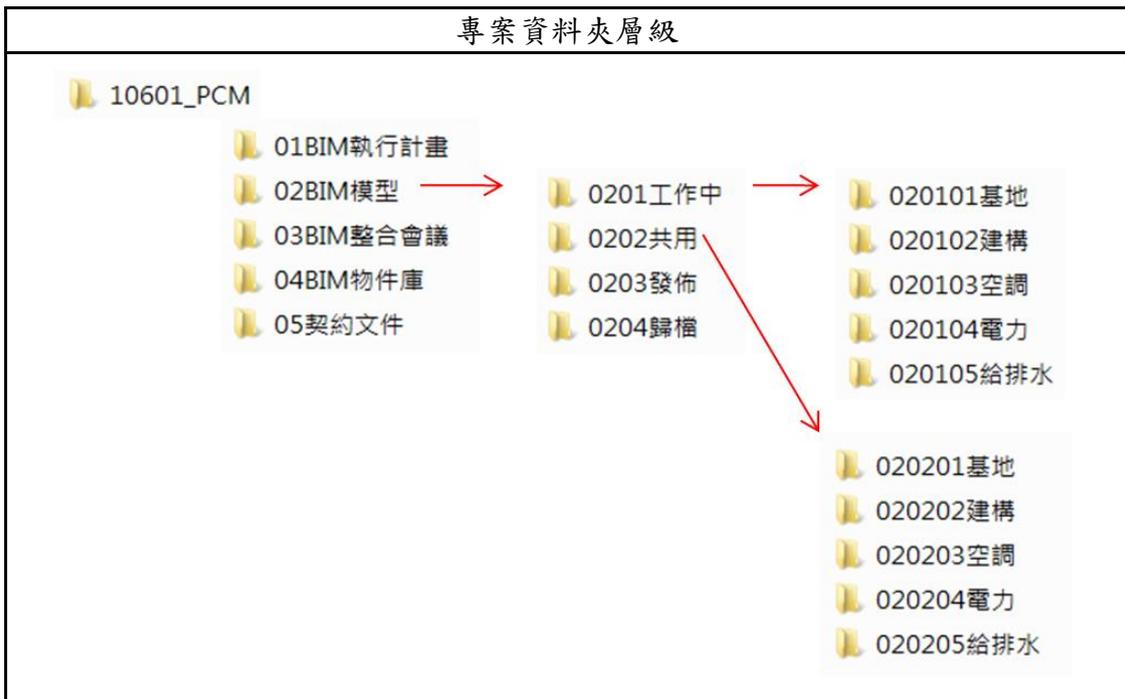
階段	模型名	直接對應之 BIM 應用工作	建模者	用模者	編號
設計階段 (J2)	基地模型(原)	E1	22	10、20、24	M1
	基地模型(含設計提案)	E1、E2、E3	20	10、22、24	M2
	建構模型	E2、E3	22	10、20、24	M3
	裝修模型	E2、E3	22	10、20、24	M4
	機電模型(電力)	E2、E3	24	10、20、22	M5
	機電模型(空調)	E2、E3	24	10、20、22	M6
	機電模型(給排水)	E2、E3	22	10、20、24	M7
	整合模型	E1、E2、E3、E4	20	10、22、24	M8

階段	模型名	直接對應之 BIM 應用工作	建模者	用模者	編號
竣工 (J22)	集成模型	E5, O1	24	10、20	MX

五、各項 BIM 交付項目的格式規定

- (一)本案 BIM 交付項目之交付時間及負責成員詳表 2 及表 3 之交付項目與負責成員矩陣。
- (二)交付模型之格式：除應以原製作程式檔案繳交外，應轉成免費 BIM 瀏覽軟體 (例如 Autodesk Navisworks ActiveX、Bentley View...等)可讀取之格式。
- (三)成果報告應同時以紙本及電子檔案繳交。
- (四)所有文檔、模型檔應以表 4 所示之專案資料夾所規定的層級架構(本架構依業主之資訊需求)。

表4. 10601\_BIM 專案資料夾級



說明：本案屬統包 BIM 應用，02BIM 模型部份區分為設計、施工及竣工三個階段資料夾，依據透過網路共享及交換 Revit 檔案之原則，下分 0201 工作中、0202 共用、0203 發佈、及 0204 歸檔四個資料夾，各資料夾再依專業拆分成建築、結構、空調、電力、給排水、消防等六個專業，存放各專業之模型檔，整合會議相關文件存在 03BIM 整合會議、及 04BIM 物件庫用來存放本案之物件，以利後續 BIM 專案應用。

(五)檔案命名公約

各檔案之命名公約如表 5 所示。

表5. 10601\_PCM\_BEP 案 BIM 應用工作之檔案命名公約(一)

專案碼						分項碼			區碼			作者碼		自訂欄位
1	0	6	0	1	-	A	R	-	0	0	-	2	2	

表 5 10601\_PCM\_BEP 案 BIM 應用工作之檔案命名公約(二)

專案碼	由專案自訂的五碼識別碼	
分項碼 (二碼)	AR ST AF AC ES WP FP X-	建築模型 基地模型 裝修模型 空調模型(取自 ACMV) 電力模型 給排水模型(若分開則 PL 給水，SP 污水) 消防模型 整合(含各類整合檔)
區碼 (二碼)	NN  --	二碼數字碼代表分區別： 00 代表不分區
作者碼 (二碼)	NN	依專案成員代碼
使用者自訂 欄位	選擇性欄 位	自訂供內部識別使用，本案加 TWBG 指台灣 BIM 指南用的模型

(六)BIM 模型架構

本案為基本設計階段，將模型拆分為建築、機電、及基地三個模型檔，如表 6，不再分區。

表6. 10601\_PCM\_BEP 案 BIM 模型拆分架構表

專業別	分區別	區碼	檔案名	備註
建構	全棟	00	10601_RC_00_22_	M3,M4
機電(電力)	全棟	00	10601_ES_00_24_	M5

機電(空調)	全棟	00	10601_AC_00_24_	M6
機電(給排水)	全棟	00	10601_WP_00_20_	M7
基地	全區	00	10601_ST_00_22_	M1, M2
整合模型	全區	00	10601_XX_00_20	M8

#### 六、各 BIM 模型所需建置的 BIM 元件

參照 TW-02 台灣 BIM 協同作業指南之附錄 D(BIM 建模導則)建置，各 BIM 模型需求元件及建模細則明如表 7：

表 7. 10601\_PCM\_BEP 案 BIM 元件需求表

BIM 模型別	應建元件及建模細則說明		
	元件	建模細則說明	備註
建構模型 通則：若無正確尺寸，則以標稱或預估尺寸建模；門不必考慮框及細件，牆不需含裝修層  註：若設計者有樣板及圖庫方便應用，亦可以實際尺寸建置。	牆	所有牆(磚牆、乾式牆、玻璃牆、混凝土牆、木牆等)的高度範圍，皆由樓層完成面(FFL)開始，接至上層版/梁之底面。若建模工具不允許在同一道牆中建置不同高度，則不同高度的牆應分別以不同道牆建立。以「類型」參數區別內牆及外牆。	建議以核可的族群建置
	門/窗	以正確的門窗類型及參數建置	
	柱	柱應依基本設計結構工程師指定的需求位置，於兩層結構樓層線(SFL)間建置。柱應依外尺寸建置，也就是將完成(裝修)面的厚度納入柱的尺寸。用物件建立特別形狀及斷面的柱。	
	版	版頂=完成樓層面(FFL)。斜版或特別形狀的版，用其它工具建立時，要將其「類型」定義為“版”。	
	屋頂	用版或屋頂物件建置屋頂，要將其「類型」定義為“屋頂”，屋頂的支撐架構可以一般物件或梁建置。	

BIM 模型別	應建元件及建模細則說明		
	元件	建模細則說明	備註
裝修模型	外牆	展示專案外牆各立面之材料及顏色。	
	造型飾條	展示外牆設計意象為主。	
基地模型	地形(現況)	依核定的地形測量數據建立基地的位置及等高線。若現有建築物不在 BIM 建模工作範圍內，則可以用 2D 補充。	
	地形(提案)	展示提案地形的挖填方部分。	
	量體	以量體元件建置建物的形狀、位址及方案配置。每一量體元件有明確的命名，如 BLK 1(區塊 1), PODIUM(平台) 等。樹、邊界及道路等景觀元件可用二維表達。	
機電模型之空調排風	VRV 室外 主機 製冷 幹管	以約略尺寸建置。 只顯示主要路徑且以「管定位」建置。 不需建置繫件及吊件。 不需建置管配件、管附件。	
機電模型之電力系統	供變 壓設 備	只建主設備且以約略尺寸建置。 只建幹管且以線條顯示主要路徑。 不需建置繫件、吊件。 不需建置管配件、管附件。	
機電模型之給排水	給排 水設 備 給排	只建主設備且以約略尺寸建置。 只建幹管且以線條顯示主要路徑。 不需建置繫件及吊件。 管附件不需要建置。	

BIM 模型別	應建元件及建模細則說明		
	元件	建模細則說明	備註
	水管 道		

## (七)BIM 建模方法、發佈及協作流程

1.各不同專業的建模方法可分別參照 TW-07 建築師 BIM 基本建模指南、TW-08 結構顧問(含技師)BIM 基本建模指南、及 TW-09 機電顧問(含技師)BIM 基本建模指南。搭配表二之交付時間，各建模者負責的 BIM 模型之交付時間如表 8 所示。

表8. 建模者負責的 BIM 模型之交付時間表

模型編號	模型名	建模者	交出模型時間
M1	基地模型(原)	22	簽約後 15 天
M2	基地模型(含設計提案)	20	簽約後 30 天
M3	建構模型	22	簽約後 30 天
M4	裝修模型	22	簽約後 30 天
M5	機電模型(電力)	24	簽約後 60 天
M6	機電模型(空調)	24	簽約後 60 天
M7	機電模型(給排水)	22	簽約後 60 天
M8	整合模型	20	簽約後 90 天
MX	集成模型	24	完工後 46 天

2.協同作業流程依照 TW-02 BIM 協同作業指南，建模者應自行負責所建模型的資訊輸入及建模品質檢核，檔案放在「工作中」資料夾；各分專業建模完成後將檔案移至「共用」資料夾進入第二階段協同作業，由建模者與用模者協同進行整合設計，整合內容包括衝突干涉消除及資源程序最佳化；這些協同整合完成的模型必需經由 BIM 經理確認後授權進入發佈供專案團隊分享應用階段，也就是移入「發佈」資料夾進入第三階段的凍結模型

並發佈供應用，如圖 1 所示，發佈資料夾中的檔案，由 BIM 經理視專案需求備份於「歸檔」資料夾。

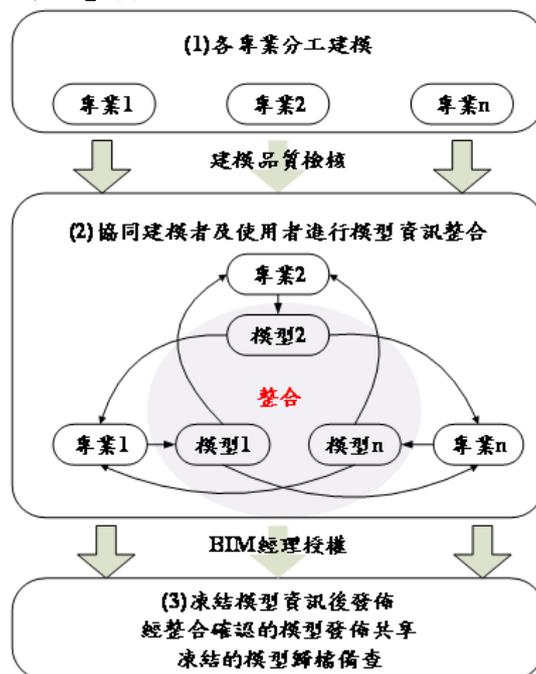
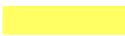


圖 1. BIM 指南的協同建模三階段作業流程示意圖

3. 明定 BIM 建模者在提交模型前所需執行的品質檢核工作(參照建研所我國 BIM 協同作業指南相關文件 TW-010 承包商 BIM 基本建模指南)，建模者應隨時採用「明細表功能」掌握確認所建置的物件為「核可的物件」，並應在交付模型前執行「衝突檢查」消除所建模型物件之間的衝突。

- (1) 將建築、土木結構、機電模型匯入專案審查軟體中，確保所有模型皆採用相同座標系統。
- (2) 指定/變更各專業模型之顏色，此一作法在發生潛在課題時，將有助於辨識其來源(專業)。以下是各專業指定顏色之建議表，如表 9，所有專案參與者必須同意此一顏色指定規則。應避免使用模型檢查軟體預設之錯誤/標明物件顏色。

表 9. 各專業指定顏色之建議表

專業(系統)	指定顏色	顏色 RGB 號			
建築	灰色		R:150	G:150	B:150
結構	黃色		R:225	G:225	B:100
空調	綠色		R:0	G:195	B:0

專業(系統)	指定顏色	顏色 RGB 號			
			R:0	G:0	B:225
冷水給水	藍色		R:0	G:0	B:225
雨排水	洋紅色		R:255	G:0	B:225
污排水	橘色		R:255	G:128	B:0
電氣	咖啡色		R:150	G:105	B:0

(3)應用模型檢查軟體之各種視覺化功能(縮放、平移、環轉、穿行透視、剖視)檢查模型之正確性。可參考我國 BIM 協同作業指南：附錄 B(i)品質保證選取需要整合協調之建築元件。

(4)應用模型檢查軟體之自動衝突檢查工具檢查模型碰撞問題。可將碰撞視圖儲存下來並加上說明意見，並輸出成為待釐清事項(RFI)之附件說明。也可以由模型檢查軟體產生模型協調分析報告，以利追蹤。

(5)將所辨識出的潛在議題依據重要性排列優先順序，並與相關單位一起解決。

#### 4.釋疑及變更資訊

釋疑(RFI)及變更(Change Order Request,COR)檔的命名：

NCU(公司)-RFI(釋疑或變更)-10601(5碼專案碼)-001(三碼序號碼)

例：NCU-RFI-10502-001,NCU-COR-10601-001

#### (八)技術環境需求

1.本案模型建置一律使用 Autodesk Revit 2017，整合採用 Navisworks 2017，定案模型存放在「發佈」資料夾，工地應用則用 Navisworks Freedom 檢視。

2.模型共享平台為本公司內網。及 A360。及本公司自行開發的 APP。

#### (九)其它附件

內政部建築研究所之「TW-02-D BIM 協同作業指南附錄 D-BIM 建模導則」



## 附錄九、統包商 BIM 執行計畫案例教材

### 國立中央大學工程五館 B 棟大樓增建工程-統包商 BIM 執行計畫

本執行計畫依照契約之要求，參照內政部建築研究所「我國 BIM 協同作業指南執行要項研擬成果報告之「TW-04 BIM 執行計畫(BEP)制定要項」及「TW-11 統包商 BIM 執行要項」兩項文件，由 BIM 工作小組成員合意擬定，並視專案執行狀況即時修改更新。

#### 一、專案資訊

(一)專案名稱：國立中央大學工程五館 B 棟大樓增建工程

(二)專案參考編號：10601\_DB\_BEP

(三)契約型式/交付方法：設計連帶施工(統包)

(四)專案概述：為滿足工學院及資電學院之教學需求於工程五館 B 棟後方空地興建地下一層(局部開挖為機電設備空間)地上五層鋼筋混凝土造建築物，空間需求及用途請參「國立中央大學工程五館 B 棟大樓新建工程興建構想書」第 8.2 節計畫構想及需求」及第 8.11 節規劃說計構想圖說」，BIM 作業請參照「國立中央大學總務處 BIM 標準」。

#### 二、專案成員(應出席定期在工務所召開的 BIM 會議)

表1. 10601\_DB\_BEP 案 BIM 工作小組成員

姓名	代號	BIM 角色	任務說明	備註
OOO	10	列席業主	代表業主參與 BIM 相關工作	業主
OOO	20	業主 BIM 代表 (流程經理)	代表業主綜合管理 BIM 相關工作	PCM
OOO	40	BIM 經理	擬定 BEP 並即時實落實更新及執行	統包主管
OOO	42	建築設計 BIM 協調員	建置建構模型、建築設計表達及模型 資訊輸出應用	統包設計
OOO	44	機電 BIM 協調 員	建置機電模型表達、及模型資訊輸出 應用	統包設計
OOO	46	建構建模組員	建置基地、建築、結構設計模型及模 型資訊輸出	統包設計
OOO	48	機電建模組員	建置機電模型及模型資訊輸出	統包設計

姓名	代號	BIM 角色	任務說明	備註
OOO	52	機電建模組員	建置機電模型及模型資訊輸出	統包施工
OOO	54	裝修建模組員	建置裝修計計模及施工模及模型資訊輸出	統包施工

註：為求專案資訊之「可繼承性」專案小組人員代號建議應顧及在整個專案生命週期有效。

三、營建專案 BIM 目的為「應用 BIM 做設計整合、提昇施工效率，並將建成資產資訊轉交資產管理應用」(本案為統包 BIM 應用，依 BIM 協同作業指南，列出如下：)

(一)五項基本 BIM 應用工作：

- 1.E1：基地現況建模(Existing Condition)
- 2.E2：設計表達(Design Authoring)
- 3.E3：設計成果審核(Design Review)
- 4.E4：3D 整合協作(3D Coordination)
- 5.E5：集成模型匯編(Record Modeling)

(二)六項加值 BIM 應用工作：

- 1.A1：成本估算(Cost Estimating)
- 2.A2：歷時規劃(Phase Planning)
- 3.A3：基地分析(Site Analysis)
- 4.A4：工地利用規劃(Site Utilization Planning)
- 5.A5：~~數位製造(Digital Fabrication)~~
- 6.A6：~~3D 控制與規劃(3D Control and Planning)~~

四、作業流程(詳參 TW-11 統包商 BIM 執行要項)

(一)統包設計階段作業流程如圖 1 所示。

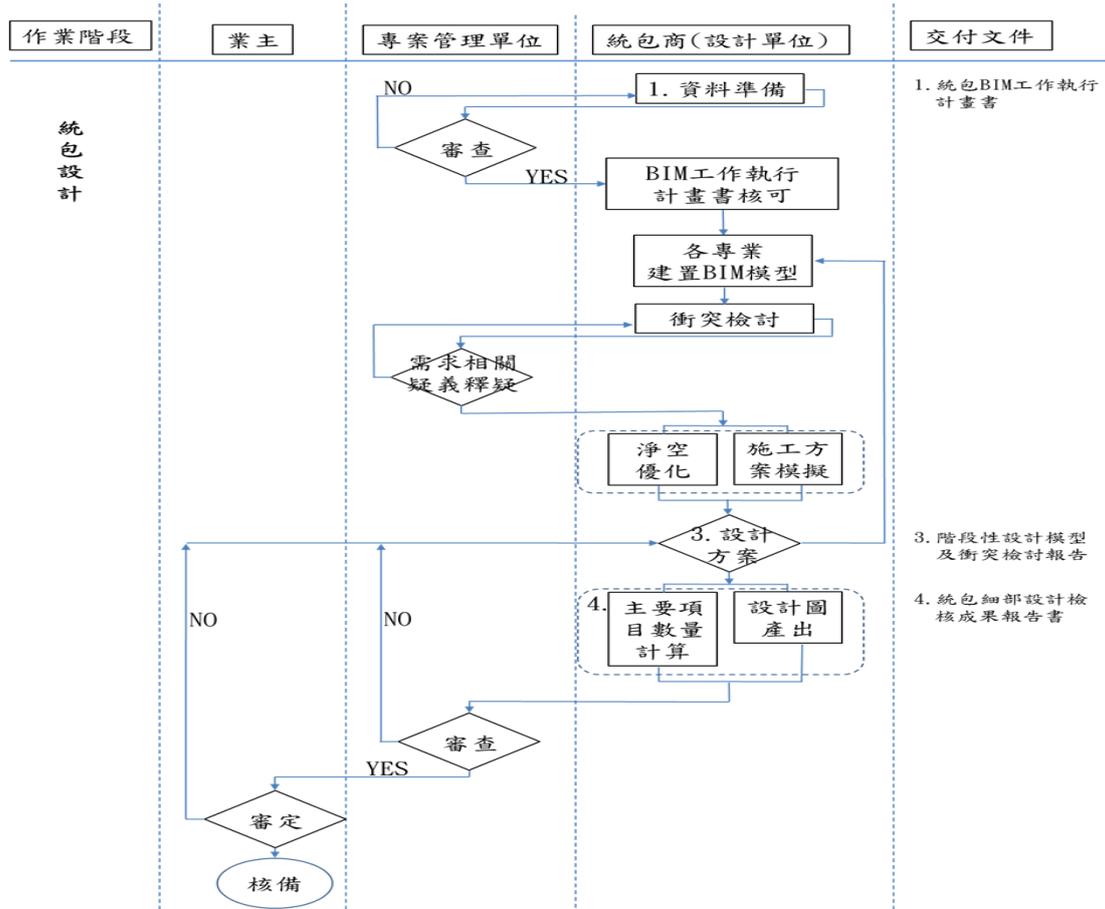


圖1. 統包設計階段作業流程

(二)統包施工階段介面整合作業流程如圖 2 所示

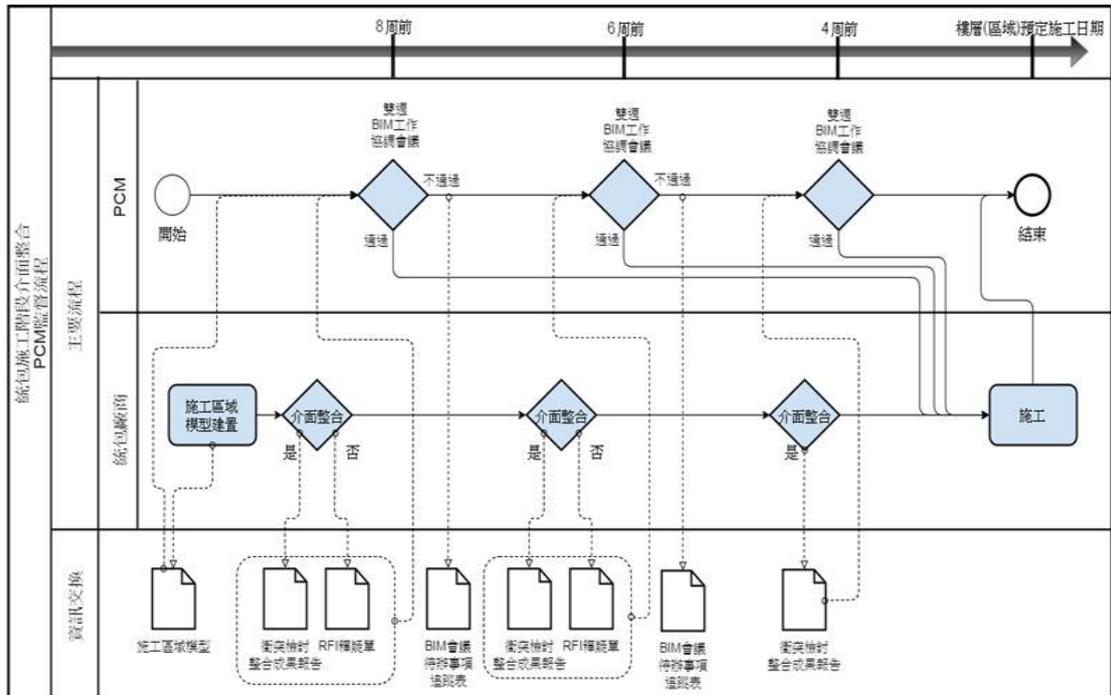


圖2. 統包施工階段介面整合作業流程

(三)工程變更之流程如圖 3 所示。

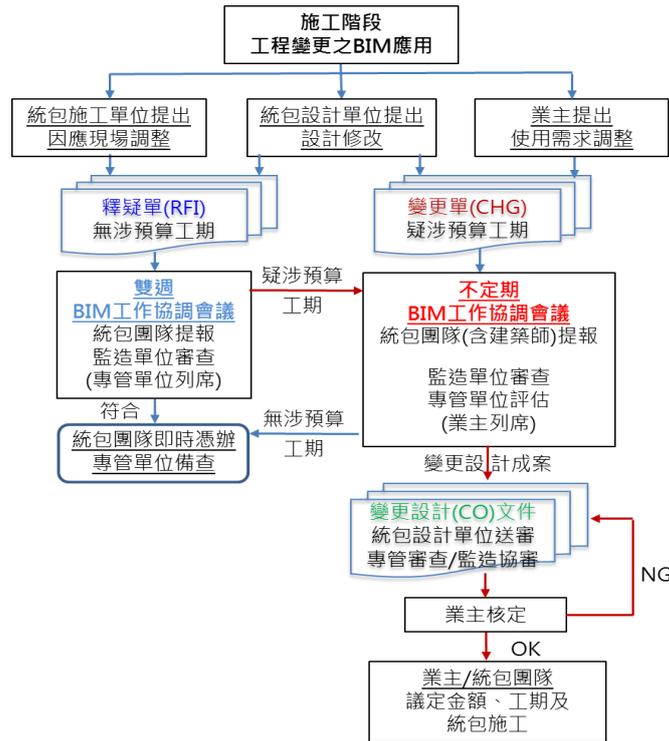


圖3. 工程變更之流程

(四)統包施工階段作業流程如圖 4 所示。

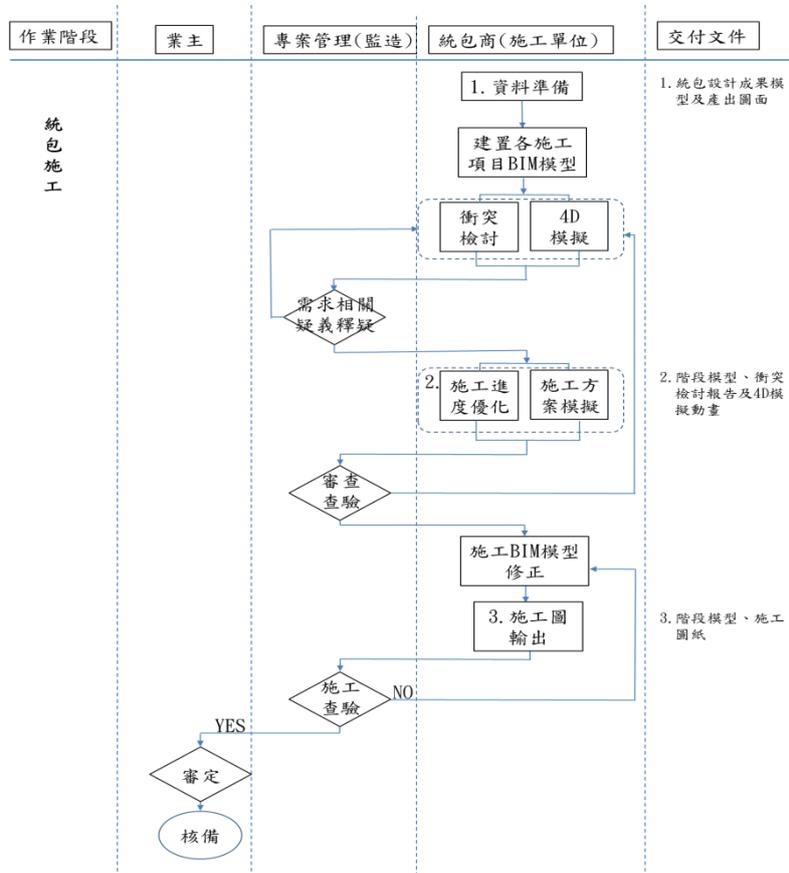


圖4. 統包施工階段作業流程

## 五、各項 BIM 交付項目的建模者及用模者

(一)本案 BIM 交付項目包括模型交付項及應用成果交付項共 17 項如表 2 所示，其中 J3、J8、J15、及 J17 為模型交付項，其餘為應用成果報告。其中 J17 集成模型由 PCM 負責。

表 2.10601\_DB\_BEP 案 BIM 應用工作交付項與負責成員矩陣表

時程	交付項名	對應之 BIM 應用工作	負責之團隊成員								編號
			40	42	44	46	48	52	54	20	
簽約後 14 天	執行計畫 (BEP)	成果報告	<input checked="" type="checkbox"/>	J1							
30 天	基地分析	A3 成果報告	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>					J2
90 天	設計意圖 模型	E1、 E2、 E3、E4	<input checked="" type="checkbox"/>		J3						
120 天	設計階段 模型整合 成果報告	E4，成 果報告	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>					<input checked="" type="checkbox"/>	J4
180 天	設計階段 混凝土、 門窗、機 電設備數 量輸出	A1 成果 報告	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>						J5
210 天	設計階段 時程進度 規劃	A2 成果 報告	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>						J6
210 天	設計階段 工地空間 規劃	E1、A4 成果報 告	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>						J7
240 天	施工模型	E1、 E2、 E3、E4	<input checked="" type="checkbox"/>		J8						
依需求	施工階段 模型整合 成果報告	E4 成果 報告	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>					<input checked="" type="checkbox"/>	J9
依需求	施工階段 混凝土、 門窗、機 電設備數 量輸出	A1 成果 報告	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>						J10

時程	交付項名	對應之 BIM 應 用工作	負責之團隊成員								編號	
			40	42	44	46	48	52	54	20		
依需求	施工階段 時程進度 規劃	A2 成果 報告	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>						<input checked="" type="checkbox"/>	J11
依需求	施工階段 工地空間 規劃	A4 成果 報告	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>							J12
依需求	門窗大樣 輸出	A5 成果 報告	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>								J13
依需求	柱位數位 放樣	A6 成果 報告	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>								J14
完工後 30 天	竣工模型	E1、 E2、E3	<input checked="" type="checkbox"/>	J15								
完工後 30 天	主要設備 資料數據	O1 成果 報告	<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>					<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	J16
完工後 60 天	集成模型	E5, O1									<input checked="" type="checkbox"/>	J17

(二)依據表 2 所列的各交付項需求，本案在設計及施工兩階段所需建置的 BIM 模型、建模者、及用模者，依 TW-04 附錄 A 修訂擬定，如表 3 所示。

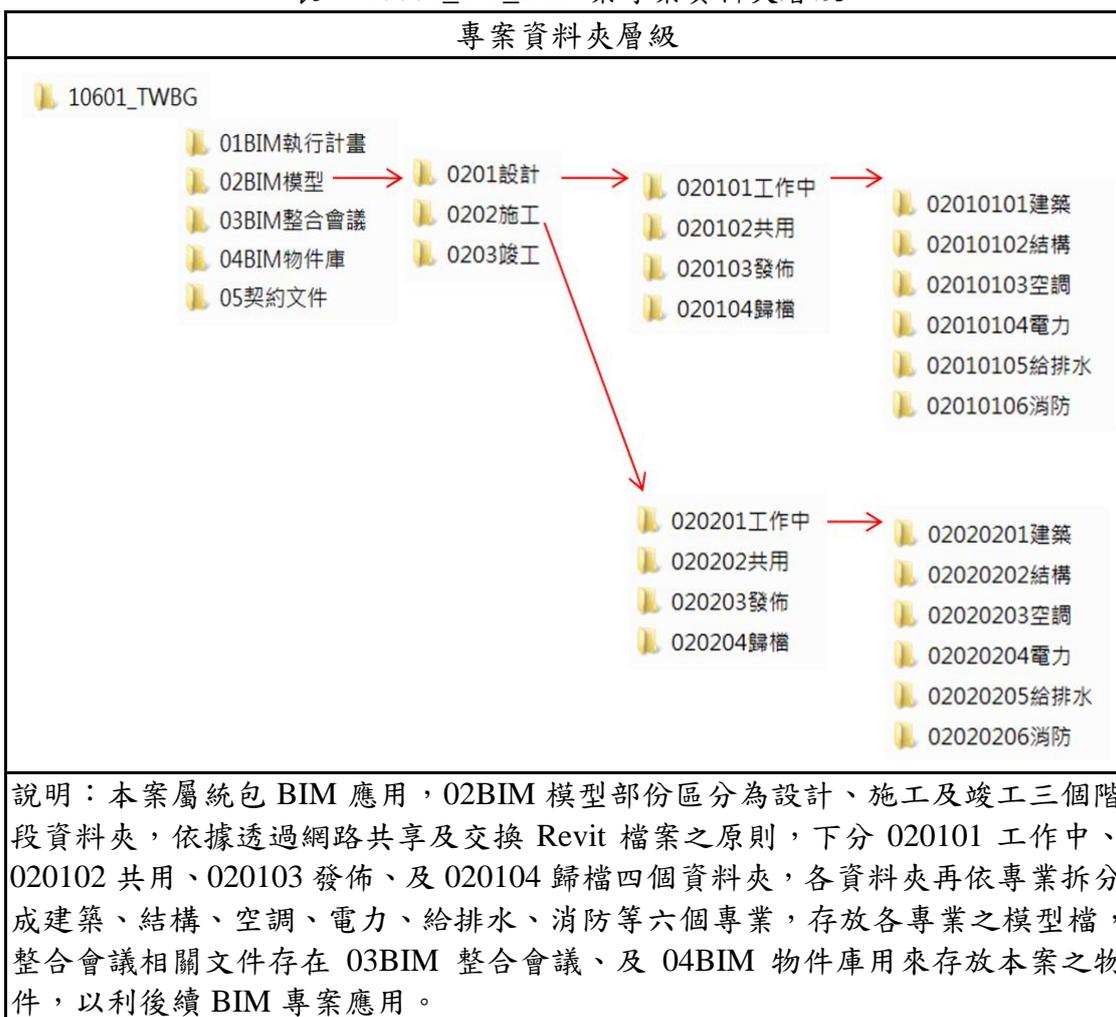
表3.10601\_DB\_BEP 案應建 BIM 模型、建模者與用模者矩陣表

階段	模型名	直接對應之 BIM 應用工作	建模者	用模者	編號
設計階段	基地模型(原)	E1	46	20、40、42、44	M1
	基地模型(含設計提案)	E1、E2、E3	46	20、40、42、44	M2
	建構模型	E2、E3	46	20、40、42、44	M3
	裝修模型	E2、E3	54	20、40、42、44	M4
	機電模型(電力)	E2、E3	48	20、40、42、44	M5
	機電模型(空調)	E2、E3	48	20、40、42、44	M6
	機電模型(給排水)	E2、E3	52	20、40、42、44	M7
	機電模型(消防)	E2、E3	52	20、40、42、44	M8
施工階段	基地模型(施工空間))	E1、E2、E3	46	20、40、42、44	M9
	建構模型	E2、E3	46	20、40、42、44	M10
	裝修模型	E2、E3	54	20、40、42、44	M11
	機電模型(電力)	E2、E3	48	20、40、42、44	M12
	機電模型(空調)	E2、E3	48	20、40、42、44	M13
	機電模型(給排水)	E2、E3	52	20、40、42、44	M14
	機電模型(消防)	E2、E3	52	20、40、42、44	M15
竣工移交	竣工模型	E2、E3	42	20、40	M16
	集成模型	E5	20	交業主運營用	M17

(三)建模軟體：Autodesk Revit 2017，基地模型應用 Civil3D，整合視情況用 Infracworks 及 Navisworks 2017

(四)專案資料夾架構及檔案交換格式：本案採用之專案資料夾架構如表 4 所示，檔案的格式為 NWC，IFC。

表4. 10601\_DB\_BEP 案專案資料夾層級



(五)檔案命名公約如表 5 及表 6 所示。

表5. 10601\_DB\_BEP 案 BIM 應用工作之檔案命名公約(一)

專案碼						分項碼				區碼			作者碼		自訂欄位
1	0	6	0	1	-	R	C	-	0	0	-	4	6		

表6. 10601\_DB\_BEP 案 BIM 應用工作之檔案命名公約(二)

專案碼	由專案自訂的五碼識別碼	
分項碼(二碼)	RC ST AF AC ES WP FP X-	建構模型 RC 結構(含 RC 柱、梁、版、擋土牆) 基地模型 裝修模型 空調模型(取自 ACMV) 電力模型 給排水模型(若分開則 PL 給水，SP 污水，RP 雨水) 消防模型 整合(含各類整合檔)
區碼(二碼)	NN --	二碼數字碼代表分區別： 00 代表不分區
作者碼(二碼)	NN	依專案成員代碼
使用者自訂 欄位	選擇性 欄位	自訂供內部識別使用，本案加 TWBG 指台灣 BIM 指南用的模型

## (六)BIM 模型架構

本案模型依基地整地、建構、裝修、機電電力、機電給排水、機電空調等專業別拆分，如下表：若因檔案太大(超過 80MB)有再拆分之需求時，可用區碼進行縮小檔案的再拆分，例如用 B1(地下一層)、F1(地面一層)、F2(地面二層)等做垂直分區區份，亦可以用 20、40、60...等區碼做水平(多棟建築指分棟別)分區區分。

表7. 10601\_DB\_BEP 案 BIM 模型拆分架構表

專業別	分區別	區碼	檔案名	備註
建構	全區	00	10601_RC_00_46	
裝修	全區	00	10601_AF_00_54	全區外牆
機電(電力)	全區	00	10601_ES_00_48	
機電(空調)	全區	00	10601_AC_00_48	
機電(給排水)	全區	00	10601_WP_00_52	
基地	全區	00	10601_ST_00_46	

六、各 BIM 模型所需建置的 BIM 元件

參照 TW-02 台灣 BIM 協同作業指南之附錄 D(BIM 建模導則)建置，各 BIM 模型需求元件及建模細則明如表 8：

表8. 10601\_DB\_BEP 案 BIM 元件需求表

BIM 模型別	應建元件及建模細則說明		
	元件	建模細則說明	備註
<b>建構模型</b> 通則：需以正確尺寸及材料屬性建置	牆 (含隔間牆、擋土牆)	以「牆」功能建置，並用類型區分牆的屬性。高度為樓層結構面起至上層結構梁或版底。	建議以核可的族群建置
	門、窗	以「族群」建置，並依圖說輸入正確的參數及命名。	
	基礎	獨立基腳、聯合基腳、版基礎	
	梁	以「梁」功能建置，並依圖說輸入正確的類型及參數。	
	柱	以「柱」功能建置，由樓層基準面至其上樓版的基準面間建置及其特殊形狀與斷面的柱。	
	版	以「樓板」功能建置，並依圖說輸入正確的類型及參數。	
	樓梯、梯段、斜面	以「樓梯」功能建置，並依圖說輸入正確的類型及參數。樓梯轉接平台和梯段，此時可視需求用樓版建置，應將該“樓版”的「類型」定義為“樓梯”。	
<b>基地模型</b>	地形	依核定的測量數據建置基地現況地形	
	車道	以版建置，將其類型定義為車道	
	景觀鋪面	以版建置，將其類型定義為鋪面	
	排水溝		
	現有建物	以位置、幾何尺度正確之量體建置，每一量體有明確的命名；樹、邊界及道路等景觀元件可用二維表達	
<b>裝修模型</b>	地坪	以「樓板」功能建置，並依圖說輸入正確的類型及參數。	

BIM 模型別	應建元件及建模細則說明		
	元件	建模細則說明	備註
	天花板	以「天花板」功能建置，並依圖說輸入正確的類型及參數。	
	帷幕	1.以「牆」功能或「帷幕系統」功能建置，並用模型群組方式將其依圖說命名之。 2.以「族群」建置，並依圖說輸入正確的參數及命名之。	
	格柵	以「元件」功能建置，並用模型群組方式將其依圖說命名之。	
	外牆	以「牆」功能建置，並依圖說輸入正確材質。	
	內牆(隔間牆)	以「牆」功能建置，並依圖說輸入正確材質。	
	房間	以「房間」功能建置，並依圖說輸入正確的空間名稱。	
	機電模型之空調排風	VRV 室外主機	以具有與實際採用相同尺寸、材料、類型及功能特徵的商業模型物件建模。若無適當物件可用適當尺寸的箱形替代，但需標示名稱及給予正確類型名稱(圖說中類型編號)及相關參數。
VRV 室內送風機(含集風箱)			
出風口			
回風花板			
送風軟管		鋁箔保溫軟管以正確尺寸建置	
控制器		標示控制器位置，不需建線路	
冷媒銅管		只需以適當線條顯示路徑；頂樓連接室外主機處建置管槽	
排水管		以正確尺寸 PVC 管建置，含管配件及清潔口，不需建繫吊件	
機電模型之電力系統	變壓器	用既有類型物件建置，類型名稱採用原設計編號名稱	

BIM 模型別	應建元件及建模細則說明		
	元件	建模細則說明	備註
	配電盤	用既有類型物件建置，類型名稱採用原設計編號名稱	
	拉線箱	用既有類型物件建置，類型名稱採用原設計編號名稱	
	發電機	用既有類型物件建置，類型名稱採用原設計編號名稱	
	柴油槽及油管		
	照明裝置	用既有類型物件建置，類型名稱採用原設計編號名稱	
	電導管	只需配幹管，用正確的尺寸及材質建置	
	牆式閘閥		
	插座及開關	用既有類型物件建置，類型名稱採用原設計編號名稱	
	匯流排		
	機電模型之給排水	衛生設備	以具有與實際採用相同尺寸、材料、類型及功能特徵的商業模型物件建模。若無適當物件可用適當尺寸的箱形替代，但需標示名稱及給予正確類型名稱(圖說中類型編號)及相關參數。
管配件		以具有與實際採用相同尺寸、材料、類型及功能特徵的物件建模。	
閘閥、包含冷熱水管		要包括保溫隔熱層的實際尺寸，以便做空間整合。	
雨水排水管		以正確尺寸 PVC 管建置，含管配件及清潔口，不需建繫吊件	
暗排、陰溝，包括廚餘處理管、地漏、存水彎、水封、清潔口、通氣		以具有與實際採用相同尺寸、材料、類型及功能特徵的物件建模。	

BIM 模型別	應建元件及建模細則說明		
	元件	建模細則說明	備註
	口		
機電模型之消防	消防幫浦	以具有與實際採用相同尺寸、材料、類型及功能特徵的商業模型物件建模。若無適當物件可用適當尺寸的箱形替代，但需標示名稱及給予正確類型名稱(圖說中類型編號)及相關參數。	
	灑水頭	用既有類型物件建置，類型名稱採用原設計編號名稱	
	噴灑器配水管	用正確的尺寸及材質建置	
	消防噴水空置閘閥(主逆止閥、附加閥、警報閥、水力警鈴、試驗閥)	用既有類型物件建置，類型名稱採用原設計編號名稱	
	防火百葉窗	用既有類型物件建置，類型名稱採用原設計編號名稱	
	消防箱	用既有類型物件建置，類型名稱採用原設計編號名稱	
	滅火器	用既有類型物件建置，類型名稱採用原設計編號名稱	
	煙檢測器 控制面板 監控感應器 幫浦控制板 水表位置	以具有與實際採用相同尺寸、材料、類型及功能特徵的商業模型物件建模。若無適當物件可用適當尺寸的箱形替代，但需標示名稱及給予正確類型名稱(圖說中類型編號)及相關參數。	
火警鈴	用既有類型物件建置，類型名稱採用原設計編號名稱		

## 七、BIM 建模方法、發佈及協作流程

- (一)各不同專業的建模方法可分別參照 TW-07 建築師 BIM 基本建模指南、TW-08 結構顧問(含技師)BIM 基本建模指南、TW-09 機電顧問(含技師)BIM 基本建

模指南、及 TW-10 承包商 BIM 基本建模指南。搭配表 2 之交付時間，各建模者負責的 BIM 模型之交付時間如表 9 所示。

表9. 建模者負責的 BIM 模型之交付時間表

編號	交付時程	模型交付項名	應建置之模型編號	預估彙整時間	建模者應交出模型時間
J3	簽約後 90 天	設計意圖模型	M1 至 M8	14 天	簽約後 76 天
J8	簽約後 240	施工模型	M9 至 M15	14 天	簽約後 226
J15	完工後 30 天	竣工模型	M16	14 天	完工後 16 天
J17	完工後 60 天	集成模型	M17	14 天	完工後 46 天

(二)協同作業流程依照 TW-02 BIM 協同作業指南，建模者應自行負責所建模型的資訊輸入及建模品質檢核；各分專業建模完成後進入第二階段協同作業，由建模者與用模者協同進行整合設計，整合內容包括衝突干涉消除及資源程序最佳化；這些協同整合完成的模型必需經由 BIM 經理確認後授權進入共同分享階段，也就是第三階段的凍結模型並發佈供應用，如圖 5 所示。

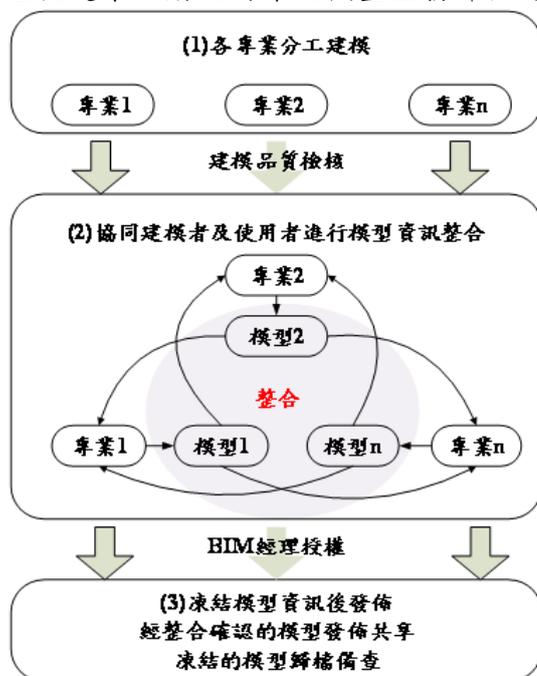


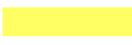
圖5. BIM 指南的協同建模三階段作業流程示意圖

(三)明定 BIM 建模者在提交模型前所需執行的品質檢核工作(參照建研所我國

BIM 協同作業指南相關文件 TW-010 承包商 BIM 基本建模指南)，建模者應隨時採用「明細表功能」掌握確認所建置的物件為「核可的物件」，並應在交付模型前執行「衝突檢查」消除所建模型物件之間的衝突。

- 1.將建築、土木結構、機電模型匯入專案審查軟體中，確保所有模型皆採用相同座標系統。
- 2.指定/變更各專業模型之顏色，此一作法在發生潛在課題時，將有助於辨識其來源(專業)。表 10 是各專業指定顏色之建議表，所有專案參與者必須同意此一顏色指定規則。應避免使用模型檢查軟體預設之錯誤/標明物件顏色。

表10. 各專業指定顏色之建議表

專業(系統)	指定顏色	顏色 RGB 號			
建築	灰色		R:150	G:150	B:150
結構	黃色		R:225	G:225	B:100
空調	綠色		R:0	G:195	B:0
冷水給水	藍色		R:0	G:0	B:225
雨排水	洋紅色		R:255	G:0	B:225
污排水	橘色		R:255	G:128	B:0
電氣	棕色		R:128	G:64	B:64
匯流排槽	紅色		R:255	G:0	B:0

- 3.應用模型檢查軟體之各種視覺化功能(縮放、平移、環轉、穿行透視、剖視)檢查模型之正確性。可參考我國 BIM 協同作業指南：附錄 B(ii)品質保證選取需要整合協調之建築元件。
- 4.應用模型檢查軟體之自動衝突檢查工具檢查模型碰撞問題。可將碰撞視圖儲存下來並加上說明意見，並輸出成為待釐清事項(RFI)之附件說明。也可以由模型檢查軟體產生模型協調分析報告，以利追蹤。
- 5.將所辨識出的潛在議題依據重要性排列優先順序，並與相關單位一起解決。

(四)釋疑及變更資訊

釋疑(RFI)及變更(Change Order Request,COR)檔的命名：

NCU(公司)-RFI(釋疑或變更)-10601(5碼專案碼)-001(三碼序號碼)

例：NCU-RFI-10502-001,NCU-COR-10601-001

八、技術環境需求

(一)本案模型建置一律使用 Autodesk Revit 2017，整合採用 Navisworks 2017，定案模型存放在「發佈」資料夾，工地應用則用 Navisworks Freedom 檢視。

(二)模型共享平台為本公司內網。及 A360。及本公司自行開發的 APP。

九、其它附件

內政部建築研究所之「TW-02-D BIM 協同作業指南附錄 D - BIM 建模導則」

## 附錄十、建築師事務所導入 BIM 計畫案例教材

### 序

本文件乃依據內政部建築研究所 2015 年委託研究案之成果報告建議，引用「TW-03 組織導入 BIM 執行要項」，再依 OOO 建築師事務所之需求套用改寫。OOO 建築師事務為確保能有效率地導入 BIM，特擬定本計畫供參循。

#### 一、概述

這份文件是為 OOO 建築師事務所導入 BIM 所撰寫，目的是要協助本事務所成功導入 BIM。由於 BIM 在本質上是提供資訊的一種服務，故在導入架構上以「服務品質」的七個構面進行，這七個構面分別是：

- (一)領導面
- (二)規畫面
- (三)資訊面
- (四)人員能力面
- (五)流程面
- (六)客戶參與面
- (七)成果展現面

OOO 建築師事務所的「BIM 導入計畫」已獲本事務所負責人承諾並且積極參與，負責人理解且認同事務所導入 BIM 的意圖，將定時監督並且帶領本事務所朝導入 BIM 的目標邁進。

表1. OOO 建築師事務所導入 BIM 之七步驟

步驟	說明	備註
1	獲得領導階層支持 (1)將高階資深領導人納入導入計畫內。 (2)組成角色及責任明確的 BIM 委員會。	
2	規劃 (1)制定 BIM 導入計畫 (2)在導入計畫中明確定義：BIM 願景、BIM 目標、BIM 主題、變革管理、及軟硬體需求。	

步驟	說明	備註
3	資訊 (1)定義 BIM 標準 (2)明確定義 BIM 品保查核 (3)明確定義 BIM 資訊管理	
4	流程 (1)明確擬訂專案的 BIM 流程	
5	人員及能力 (1)BIM 能力圖 (2)BIM 教育訓練路徑圖 (3)BIM 角色(BIM 經理及/或 BIM 協調員)	
6	客戶參與 (1)BIM 執行計畫 (2)BIM 狀態	
7	成果展現 (1)明確定義關鍵績效指標(KPI)：專案內、組織內、或人員水準	

## 二、領導人支持的重要

### (一)資深領導人(事務所負責人)

組織導入 BIM 時一定要有高階資深領導人的全力支持、全程帶領，高階資深領導人的主要任務是：

1. 為組織制定 BIM 願景及 BIM 目標
2. 向組織內員工及關係人溝通、展示、及捍衛前項願景及目標
3. 提供導入 BIM 所需的資源並且確實監督導入的狀況

### (二)BIM 委員會

設立 BIM 委員會來支持前述資深領導人擬訂並且執行「BIM 導入計畫」，BIM 委員會的設立原則有以下三項：

1. 應由公司內的資深高階領導人擔任 BIM 委員會主席；
2. 公司內各階層都應有代表參與；
3. 委員會內成員應有明確的角色與責任，OOO 建築師事務所的 BIM 委員會成員及責任如表 2 示。

表2.000 建築師事務 BIM 委員會成員的角色與責任

姓名及職稱	角色與責任
OOO(事務所負責人)	(1)主任委員，主持 BIM 委員會，主導 BIM 導入 (2)管理導入計畫 (3)提供導入 BIM 所需的資源
OOO 資深建築師	(1)在事務所主要商業流程中確認 BIM 的機會 (2)評估導入成果 (3)將 BIM 納入公司的主要商業流程中
OOO 專案建築師	(1)擬訂並且更新公司的 BIM 標準 (2)確認採用適切的 BIM 技術/軟體 (3)制定 BIM 訓練計畫 (4)辦理 BIM 實務經驗分享工作坊 (5)新技術及流程作法的試作及評估
OOO 專案經理	(1)提出且執行 BIM 導入示範專案 (2)提供試辦 BIM 專案團隊所需的輔導 (3)強化成功經驗以製做示範案例
OOO 土建工程師	(1)組織內主要的 BIM 人力資源 (2)在專案中應用 BIM 進行工程管理 (3)提出關係人對 BIM 的需求及應用經驗回饋
OOO 設備工程師	
OOO 繪圖員 A	(1)組織內主要的 BIM 人力資源 (2)在專案中應用 BIM 進行工程管理 (3)協助 BIM 委員會之庶務相關工作
OOO 繪圖員 B	

### 三、規劃-擬定 BIM 導入計畫

BIM 委員會最重要的一項交付成果是「BIM 導入計畫」，該計畫的執行，是要將公司由目前「無或少許」BIM 化，推動到有效率、有創意、及公司全面 BIM 化。

擬定 BIM 導入計畫應從由資深高階領導制定公司的 BIM 願景及 BIM 目標開始，OOO 建築師事務所的 BIM 目標與 BIM 願景為：

#### (一)BIM 願景

OOO 建築師事務所的 BIM 願景說明：

做為國內 10 大建築師事務所之一，應持續導入新科技及技術為委託人提供數位化建築設計及監造專業服務。

以 BIM 提昇建築專案之設計及監造品質：採用 BIM 的數值模擬及溝通功能，以強化向業主說明本事務所針對業主需求採用的設計意圖及理念，提供業主真善美的優質設計及監造服務。我們宣示在 2020 年開始，本事務所負責的專案都要採用 BIM 技術且執行 4D 施工模擬。

## (二)BIM 目標

在「以 BIM 提昇建築專案之設計及監造品質」的願景下制訂 BIM 目標，並將該目標具體化為 BIM 應用，以符合明確、可量測、且可在指定的時間內達成。OOO 建築師事務所的 BIM 目標如表 3 所示：

表3.OOO 建築師事務所的 BIM 目標及預計達成時間

BIM 目標	具體的 BIM 應用	關鍵成效指標(KPI)	預計達成時間
以 BIM 提昇建築專案之設計及監造品質	本事務所負責的專案都要採用 5D BIM 技術做設計模擬	短期： 先導專案具有基本 BIM 能力 中期： (1)事務所內 50%的專案採用 BIM 技術設計 (2)先導團隊採用 BIM 技術且執行 4D 施工模擬 長期： (1)所有專案採用 BIM 技術且執行 4D 施工模擬 (2)先導團隊具有 5D BIM 能力 (3)個別專案有創意地採用 BIM 技術	2018 年第 1 季  2019 年第 1 季  2020 年第 1 季

## (三)主要議題

建議在 BIM 導入計畫中列出一些主要議題，以便組織在執行導入時可以聚焦，主要議題的範例如下：

為鼓勵員工持續學習並提出創意以達成組織的願景及目標

- 1.學習新的能力：新的技巧、新的科技、新的專業
- 2.以創意提昇價值：新式的服務、提昇效率的流程、更精確的資訊
- 3.資訊安防分級流程：擬定並且執行資訊安防分級流程(Security Triage Process, STP)

- 4.新設建成資產安管經理(Built Asset Security Manager, BASM)
- 5.建制並且維護建成資產安全對策(Built Asset Security Strategy, BASS)
- 6.在協力商提供的服務契約中規定 BASS。

#### (四)變革管理

在擬定 BIM 導入計畫時應實施變革管理，也就是要能循序漸進地協助改變，且能避免抗拒及減少干擾破壞，一般變革管理依三個階段進行，範例如下：

- 1.營造改變的氛圍(3 至 6 個月)：闡述改變的急迫性(例如符合政府的要求、新專案業主的要求、及同業的競爭等)，明確說明願景、目標、及採行的達標計畫，充份瞭解主要風險及關鍵成功要素，想出改變策略及動力。
- 2.開始進行改變(6 至 12 個月)：溝通(明確且經常告知改變的強制性、舉辦工作坊分享成功實務經驗、從基本面徵求並闡述執行議題)，執行(提供訓練及所需資源、取得設備及軟體、制訂標準)，快速達成(指定先導專案、獎勵先行者、設定務實的目標)。
- 3.持續堅持改變(12 至 24 個月)：在專案或團隊間進行成功經驗移轉(制定快速啟動樣板供新加入團隊依循、制定團隊發展進階知識的進程路圖)，強化改變成果(明確定義責任與義務、制定獎勵機制、將 BIM 實務納入公司的標準作業流程中)。

#### (五)BIM 環境(硬體及軟體)

本節列出支撐組織執行 BIM 專案所需的環境，也就是 BIM 的軟硬體需求，一般而言，BIM 環境由下列各項組成：

- 1.表列每一種 BIM 工作採用的軟體(BIM 建模軟體、BIM 審核軟體、BIM 協同作業軟體、分析軟體、及其它軟體)。
- 2.要能順利以 BIM 軟體執行適切規模專案所需的電腦硬體。
- 3.為能順利在組織內及與外部合作夥伴進行協同作業、資訊共享，所需的專案整合網路平台、資訊標準、及資料文件管理系統。

### 四、資訊(標準、品質保證、BIM 資訊管理)

#### (一)BIM 標準

組織應該制定 BIM 標準，以便能詳述在專案的某個階段達到某一個特定的目的，需要建置什麼樣(What)的 BIM 模型及其建置方法(How)。建議依照「BIM 建模導則」(TW-02 D BIM 協同作業指南附錄 D)及「TW-07 建築師 BIM 基

本建模指南」建立 BIM 標準，範例如下：(初期將由受委託之工程五館 B 棟增建工程的專案管理顧問依照下列基準，協助研擬「OOO 建築師事務所 BIM 標準」)

- |   |   |
|---|---|
| 1. 前言                                     | 實務範例                                    |
| 2. 擬定本標準的目的                               | 開始上手                                    |
| 3. BIM 團隊組織表及角色與責任<br>(例如 BIM 經理、協調員、建模者) | 8. 模型內容(依建築、結構、機電、數量計算、景觀建築、施工等分專業區分內容) |
| 4. 專案之 BIM 交付成果                           | 9. 模型品質保證/品質控制                          |
| 5. 專案伺服器(檔案結構及命名規則)                       | 依建築、結構、機電、數量計算、景觀建築、施工等分專業分別檢核品質        |
| 6. BIM 專案流程及時間(單一專業、多專業內部整合、多專業外部整合)      | 再進行專業間整合避免衝突<br>再檢核模型、圖面、及表格間的一致性       |
| 7. BIM 建模需求                               | 10. 檔案交換(檔案格式、組織內交付方法、組織外交付方法)          |
| BIM 建模軟體                                  | 11. 附錄                                  |
| 專案樣板                                      | 常用的 BIM 用語                              |
| 專案座標、樓層、及網格                               | BIM 參考文獻                                |
| 檔案架構                                      | 組織的 CAD 標準                              |
| 分工架構                                      |   |
| 物件建置                                      |   |

無論是否由 BIM 模型中輸出，2D 圖面及相關表格也應納入 BIM 標準中，並且依據現有的 BIM 技術，適當地在 BIM 標準中說明要加入哪些資訊，例如在由 BIM 模型輸出的圖面中加入正確格式的註解及說明。

## (二)BIM 品質保證

BIM 品質保證就是確保所建資訊的正確性，是做為提供資訊的服務相當重要的一環，BIM 建模品質檢核的範例如下：

1. 模型確認(視覺檢核)：確保模型建置符合 BIM 標準所規定的方法
2. 屬性資料確認(採用標準物件)：確保物件附帶的資料正確
3. 衝突檢核確認(電腦輔助檢核)：以衝突檢核軟體自動檢核建築元件間的衝突(硬碰撞檢核)，檢核建築元件間是否有安裝及維護保養所需的間隙(軟碰撞檢核)。
4. 協作交換確認(視覺檢核)：確保依照專案執行計畫所規定的資訊交換協議進行模型發佈及取用。

## (三)BIM 資訊管理

BIM 標準也應涵蓋相關的資訊管理實務，例如資料夾架構、檔案命名規則、

及顏色使用規定等。BIM 資料夾架構的範例如圖 1 所示。



圖1. OOO 建築師事務所 BIM 專案資料夾架構

資料夾中的檔案也應依照相關規定命名，範例如表 4 及表 5 所示。模型架構拆分則如圖 2 所示。

表4. BIM 檔案命名公約範例(一)

專案碼					分項碼			區碼			作者碼		自訂欄位	
1	0	6	0	1	-	E	W	-	0	0	-	2	4	

表5. BIM 檔案命名公約範例(二)

專案碼	由公司統一制定的專案五碼識別碼	
專業分項碼 (二碼)	S- RC A- SC EW ST M- X-	鋼結構(含鋼構柱、梁、斜撐) RC 結構(含 RC 柱、梁、版) 建築模(內牆含輕隔間牆、門、窗、天花板等裝修部部分) 梯核(Stair Core)結構部份(RC 梯或鋼梯) 外牆模型 基地模型 機電模型 整合(含各類整合檔)
區碼(二碼)	NN  --	二碼數字碼代表分區別： 00 代表不分區 10 代表第 1 區：12、14、16、18 次分區 20 代表第 2 區：22、24、26 次分區
作者碼(二碼)	NN	依專案成員代碼
使用者自訂欄位	選擇性欄位	自訂供內部識別使用

BIM 的模型架構拆分原則如圖 2 所示(嘗試用工程五館 B 棟增建工程之模型)。若有再拆分之需求時，可用區碼做縮小檔案大小的再拆分，例如用 B1(地下一層)、F1(地面一層)、F2(地面二層)等做垂直分區模型拆分，亦可用 20、40、60...等區碼做水平(多棟建築指分棟別)分區模型拆分。



圖2. BIM 模型架構拆分原則

### 五、流程(專案的 BIM 流程)

BIM 流程主要是明確列出在專案的哪一個階段需要製作並交出哪一種 BIM 模型資訊，圖 3 為興建專案在生命週期各階段的 BIM 模型資訊與流程。表 6 則為一般建築師事務所在各階段應建置的 BIM 模型資訊範例。

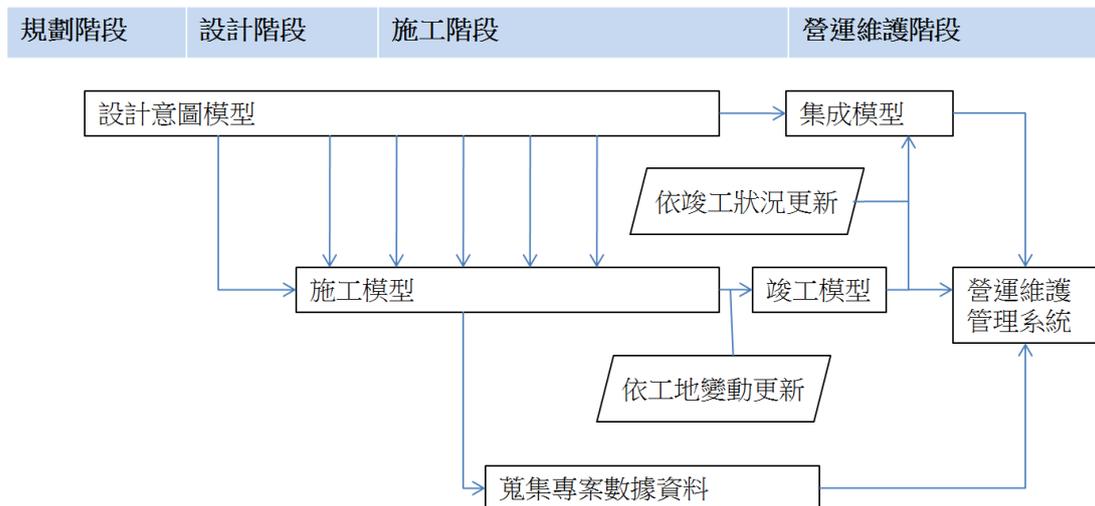


圖3. 專案全生命週期的模型資訊需求與流程

表6. OOO 建築師事務所在專案各階段的 BIM 應用及建議交付的資訊

專案階段別	BIM 應用*	建議交付
競圖階段	E1, E2, E3, E4, E5 A1, A2, A3, A7, A8, A9	(1)競標 BIM 模型； (2)輔助成本估算之資訊； (3)工地規劃(資源規劃)。
設計階段	E1, E2, E3, E4, E5 A1, A2, A3, A7, A8, A9	(1)設計定案模型； (2)設計模型整合及最佳化成果報告； (3)以設計模型輔助輸出發包文件； (4)以模型建置的施工進度規劃。
監造階段	E1, E2, E3, E4 A1, A2, A4, A5, A6, A10	(1)施工整合報告； (2)製造圖及模型審核報告； (3)複雜工項之工易性排序審核報告； (4)工地利用規劃確認報告； (5)預製/鑄資訊審核報告； (6)竣工模型審核報告。
竣工移交階段	E5	集成模型

\*：BIM 應用參照 BIM GfO 之定義，E1~E5, A1~A10, O1~O3

## 六、人員及能力(BIM 競爭力、訓練路圖、BIM 相關角色表列)

在導入 BIM 的計畫中，培植人員的 BIM 能力是一項非常重要的一環，公司應該建置人員 BIM 能力圖及人員訓練計畫，以便能有系統地培植人員的 BIM 能力，可以先從表列出公司人員的職級、人數、及其現有的 BIM 能力開始。

### (一)BIM 能力圖

依照公司的願景及制定的 BIM 目標，分析需要的 BIM 人力資源，列出 BIM 能力圖。表 7 為範例。

表7. 個人 BIM 能力圖(Competency Map)

程度	初級	中級	高級
工作經驗	1-2 年	3-5 年	6-8 年
技能/ 知識	領域知識： 建築 機電工程 土木結構工程 數量估價 測量放樣 施工管理 設施管理  BIM 知識： BIM 概念 BIM 應用 BIM 價值及 ROI  軟體技能： BIM 建模工具 BIM 設計審核工 具	領域知識： 營建工地經驗 綠建築設計專業  BIM 知識： 國家 BIM 指南 組織 BIM 標準 BIM 執行計畫 BIM 品質檢核  軟體技能： BIM 建模工具 BIM 設計審核工 具 BIM 分析工具 BIM 整合工具	領域知識： 實際負責執行營建專案經驗  BIM 知識： 推動 BIM 整合會議 規劃 BIM 流程 BIM 契約與法規議題 組織導入計畫 BIM 品質檢核  軟體技能： BIM 建模工具 BIM 設計審核工具 BIM 分析工具 BIM 整合工具 Project workspace
證書		BIM 建模能力證 書 BIM 軟體結業證 書	BIM 管理能力證書 BCAA 專家文憑

### (二)人員訓練計畫

用表 7 對照公司現有的人力，即可對比分析需要進行的人員訓練，表 8 為人

員訓練計畫範例。

表8. 組織內 BIM 訓練路徑圖(Training Roadmap)範例

訓練方案	受訓人員	受訓人數	時間	訓練提供單位
BIM 概念	資深管理人員	5	2017 年 11 月	內訓
BIM 建模(1)	前導專案工程師及繪圖員	5	2017 年 11 月	外訓
BIM 管理	專案經理及工程師	4	2017 年 11 月	內訓
BIM 建模(2)	工程師及繪圖員	10	2018 年 7 月	內訓
BIM 模型整合應用	專案經理及工程師	10	2019 年 1 月	外訓

人員訓練不一定要正式排定的課程，可以更有彈性地包括下列各種型式：

- 1.正式 BIM 訓練課程獲得新技術及技巧
- 2.安排已具能力和經驗的老手搭配新手一起執行 BIM 工作，由老手帶領訓練新手
- 3.召開或參加相關論壇及工作坊，獲得及分享重要關鍵及解決問題的方法
- 4.研讀成功案例的經驗教訓報告
- 5.持續提供員工各類型的學習機會。

### (三)與 BIM 相關的角色

用 BIM 執行營建專案會出現一些新的資訊提供及溝通的角色，明確列出這些人員扮演的角色及應負擔的責任相當重要，範列如表 9 所示。(視本研究的成果，很可能要加列 BIM 流程經理，或稱為業主 BIM 代表)

表9. BIM 角色與責任表

角色	模型管理責任
BIM 流程經理/ 業主 BIM 代表	代表業主確保專案依照 BIM 執行流程進行 (1)審核 BEP (2)監督 BIM 作業之正確流程及輔助業主審核 BIM 作業相關的交付項
專案 BIM 經理	擬定並且執行下列各項：

角色	模型管理責任
(可由主任技師、總顧問、由專案經理或業主指派的BIM專家擔任)	(1)BIM 執行計畫 (2)BIM 應用目的 (3)成員責任對應表 (4)BIM 交付成果及其時間表 (5)BIM 建模品質控制 (6)BIM 協同作業
工程顧問之 BIM 協調員	在設計及施工階段負責以下各項： (1)建置 BIM 設計模型及相關文件 (2)擬定分專業之 BIM 應用目的(含分析) (3)協調整合 BIM 建模員、設計顧問、及成本顧問 (4)協調整合承包商與其分包商 (5)確保建模品質
承包商之 BIM 協調員	在施工階段負責以下各項： (1)協調整合設計顧問與分包商 (2)研讀判定招標文件 (3)審核設計模型和製造模型及圖面(Drawings) (4)用 BIM 做整合、施工排程、工易性分析、成本分析、及工地應用 (5)建置施工模型及竣工模型 (6)確保建模品質

## 七、客戶參與(BEP、BIM 狀況)

完整 BIM 專案的要義在於與營建相關的多重專業公司之間的溝通協調、團結合作共享資訊，這些協同作業程序明確地寫在 BIM 執行計畫(BIM Execution Plan, BEP)中，所以，瞭解並且參與 BEP 的制定是任何公司導入 BIM 的重要項目，建議參照「TW-04BIM 執行計畫(BEP)制定要項」。

### (一)BIM 執行計畫(BEP)

BIM 執行計畫是經由業主核可的基準文件，是專案團隊據以達成預設的目標(包括各項 BIM 交付成果)的指導文件，特別是在 BEP 中的團隊成員角色及責任對應表，明確指出契約各方在專案的各個階段，使用 BIM 溝通協作時的責任區分，包括由哪方負責建置模型資訊、如何建置、哪一方負責協調整合模型、發佈及使用模型。一般而言，BEP 的內容有：

1. 專案資訊
2. 專案成員

- 3.專案每一個階段的專案目標及 BIM 目的
- 4.每一個 BIM 目的對應的 BIM 交付成果
- 5.每一項 BIM 交付對應的建模者及用模者
- 6.每一項 BIM 交付對應的模型元件、細緻度(Level of details)、及所需的屬性資料
- 7.BIM 模型資訊之建置流程、維護方式、及整合協作方法
- 8.資訊交換協定及交付格式標準
- 9.技術平台及應用軟體

BEP 一般是在專案一開始就要制定完成，但後續可以依據成員的變更或專案更新的 BIM 目的而修改調整，重要的是，這些 BEP 的變更調整一定要經過業主或業主指派的 BIM 經理的核定。

BEP 也可以經由專案主契約中的 BIM 特定條款來指定制定供參循。

## (二)BIM 條款

應用 BIM 的營建專案都會在主契約外附加訂定「BIM 特定條款」(請參照 TW-01 文件)，參與該專案的所有團隊，都應該在其合意擬定的契約中附加「BIM 特定條款」，在這份文件中明確規定模型的所有權、協同整合義務、及風險分配等，一般 BEP 的要求也是在這份文件中指定。

## 八、成果

建議定期檢核事務所導入 BIM 的成果，並且根據導入成果的狀況適時修正導入計畫，以確保導入計畫能順利完成。一般以關鍵績效指標(Key Performance Indix, KPI)檢核導入的成果，下列各項為 KPI 範例：

### (一)專案品質提昇方面：

- 1.組織內用 BIM 執行的專案的百分比
- 2.參與 BIM 導入的專案夥伴百分比
- 3.專案採用 BIM 的階段範圍
- 4.用 BIM 提供新式增值服務的件數
- 5.BIM 交付成果的準確度
- 6.專案延時百分比及專案超支百分比

### (二)全公司 BIM 能力提昇方面：

- 1.領導階層介入深度、導入計畫規劃成果

- 2.資訊及流程標準
- 3.人員 BIM 能力
- 4.客戶參與度
- 5.新的工作模式

(三)公司內人員的能力提昇方面：

- 1.公司員工接受 BIM 訓練的百分比
- 2.公司員工取得 BIM 證照的百分比
- 3.取得 BIM 技術的水平(BEP 規劃、建模、分析、整合協作、輸出文件、客製化)
- 4.專案採用 BIM 技術的百分比
- 5.員工完成 BIM 經理、BIM 協調員、及 BIM 建模員訓練的百分比

每一個 KPI 都可以對應組織投入的資源(Input)，以輸出、獲得的成果、或是產生的衝擊來量化表示，以下是組織投入的訓練資源及其對應的產出、成果、或是衝擊的範例：

- 1.輸(投)入：訓練資源
- 2.輸出：完成訓練的員工數
- 3.成果：專案採用 BIM 的階段範圍
- 4.衝擊：具有取得 BIM 專案的能力

## 附錄十一、營造公司導入 BIM 計畫案例教材

### 序

本文件乃依據內政部建築研究所 2015 年委託研究案之成果報告建議，引用「TW-03 組織導入 BIM 執行要項」，再依 OO 營造公司之需求套用改寫。OO 營造公司為確保能有效率地導入 BIM，特擬定本計畫供參循。

#### 一、概述

這份文件是為 OO 營造公司導入 BIM 所撰寫，目的是要協助本事務所成功導入 BIM。由於 BIM 在本質上是提供資訊的一種服務，故在導入架構上以「服務品質」的七個構面進行，這七個構面分別是：

- (一)領導面
- (二)規畫面
- (三)資訊面
- (四)人員能力面
- (五)流程面
- (六)客戶參與面
- (七)成果展現面

OO 營造公司的「BIM 導入計畫」已獲本公司總經理承諾並且積極參與，總經理認同本公司導入 BIM 的意圖，將定時監督並且帶領本公司朝導入 BIM 的目標邁進。

表1. OO 營造公司導入 BIM 之七步驟

步驟	說明	備註
1	獲得領導階層支持 (1)將高階資深領導人納入導入計畫內。 (2)組成角色及責任明確的 BIM 委員會。	
2	規劃 (1)制定 BIM 導入計畫 (2)在導入計畫中明確定義：BIM 願景、BIM 目標、BIM 主題、變革管理、及軟硬體需求。	

步驟	說明	備註
3	資訊 (1)定義 BIM 標準 (2)明確定義 BIM 品保查核 (3)明確定義 BIM 資訊管理	
4	流程 (1)明確擬訂專案的 BIM 流程	
5	人員及能力 (1)BIM 能力圖 (2)BIM 教育訓練路徑圖 (3)BIM 角色(BIM 經理及/或 BIM 協調員)	
6	客戶參與 (1)BIM 執行計畫 (2)BIM 狀態	
7	成果展現 (1)明確定義關鍵績效指標(KPI)：專案內、組織內、或人員水準	

## 二、領導人支持的重要

### (一)資深領導人(總經理)

組織導入 BIM 時一定要有高階資深領導人的全力支持、全程帶領，高階資深領導人的主要任務是：

1. 為組織制定 BIM 願景及 BIM 目標
2. 向組織內員工及關係人溝通、展示、及捍衛前項願景及目標
3. 提供導入 BIM 所需的資源並且確實監督導入的狀況

### (二)BIM 委員會

設立 BIM 委員會來支持前述資深領導人擬訂並且執行「BIM 導入計畫」，BIM 委員會的設立原則有以下三項：

1. 應由公司內的資深高階領導人擔任 BIM 委員會主席；
2. 公司內各階層都應有代表參與；
3. 委員會內成員應有明確的角色與責任，OO 營造公司的 BIM 委員會成員及責任如表 2 示。

表2. OO 營造公司 BIM 委員會成員的角色與責任

姓名及職稱	角色與責任
OOO 總經理	(1)主任委員，主持 BIM 委員會，主導 BIM 導入 (2)管理導入計畫 (3)提供導入 BIM 所需的資源
OOO 副總經理	(1)在組織主要商業流程中確認 BIM 的機會 (2)評估導入成果
OOO 協理(管理部)	(1)將 BIM 納入公司的主要商業流程中 (2)擬訂並且更新公司的 BIM 標準 (3)確認採用適切的 BIM 技術/軟體 (4)制定公司 BIM 導入計畫 (5)制定 BIM 訓練計畫 (6)新技術及流程作法的試作及評估
OOO 協理(規劃部)	
OOO 協理(工務部)	(1)提出且執行 BIM 導入示範專案 (2)提供試辦 BIM 專案團隊所需的輔導 (3)強化成功經驗以製做示範案例
OOO 經理(工務部)	(1)組織內主要的 BIM 人力資源 (2)BIM 相關軟體應用及操作 (3)在專案中應用 BIM 進行工程管理 (4)提出工地對 BIM 的需求及應用經驗回饋 (5)辦理 BIM 實務經驗分享工作坊
OOO 所長(工務部)	
OOO 主任(工務部)	
OOO 組長(工務部)	
OOO 組員(工務部)	(1)組織內主要的 BIM 人力資源 (2)BIM 相關軟體應用及操作 (3)協助 BIM 委員會之庶務相關工作
OOO 組員(管理部)	

### 三、規劃-擬定 BIM 導入計畫

BIM 委員會最重要的一項交付成果是「BIM 導入計畫」，該計畫的執行，是要將公司由目前「無或少許」BIM 化，推動到有效率、有創意、及公司全面 BIM 化。

擬定 BIM 導入計畫應從由資深高階領導制定公司的 BIM 願景及 BIM 目標開始，OO 營造公司的 BIM 目標與 BIM 願景如下：

#### (一)BIM 願景

OO 公司的 BIM 願景說明：

做為台灣地區前十大上櫃/市營造公司，應持續導入新科技及技術以提昇競爭

力。

以 BIM 提昇競爭力：

採用 BIM 的數值模擬功能以強化我們的施工管理效益，以提供更多加值服務，讓公司的利害關係人能依據量化的模擬成果做完美的決策。我們宣示在 2020 年開始，本公司所有的施工專案都採用 BIM。

## (二)BIM 目標

在以 BIM 提昇競爭力的願景下制訂 BIM 目標，並將該目標具體化為 BIM 目的，以符合明確、可量測、且可在指定的時間內達成。OO 營造公司的 BIM 目標如表 3 所示：

表3. OO 營造公司的 BIM 目標及預計達成時間

BIM 目標	具體的 BIM 應用	關鍵成效指標(KPI)	預計達成時間
採用 BIM 的數值模擬功能提昇 OO 營造的施工管理效益	本公司所有的施工專案都採用 BIM 平台做施工管理	短期： 先導團隊具有基本 BIM 能力 中期： (1)公司內 50%的專案採用基本 BIM (2)先導團隊具有進階 BIM 能力 長期： (1)所有專案都採用基本 BIM (2)個別專案有創意地採用 BIM 技術	2018 年第 1 季  2019 年第 2 季  2019 年第 4 季

## (三)主要議題

建議在 BIM 導入計畫中列出一些主要議題，以便組織在執行導入時可以聚焦，主要議題的範例如下：

為鼓勵員工持續學習並提出創意以達成組織的願景及目標

- 1.學習新的能力：新的技巧、新的科技、新的專業
- 2.以創意提昇價值：新式的服務、提昇效率的流程、更精確的資訊
- 3.資訊安防分級流程：擬定並且執行資訊安防分級流程(Security Triage Process, STP)
- 4.新設建成資產安管經理(Built Asset Security Manager, BASM)
- 5.建制並且維護建成資產安全對策(Built Asset Security Strategy, BASS)
- 6.在協力商提供的服務契約中規定 BASS。

#### (四)變革管理

在擬定 BIM 導入計畫時應實施變革管理，也就是要能循序漸進地協助改變，且能避免抗拒及減少干擾破壞，一般變革管理依三個階段進行，範例如下：

- 1.營造改變的氛圍(3 至 6 個月)：闡述改變的急迫性(例如符合政府的要求、新專案業主的要求、及同業的競爭等)，明確說明願景、目標、及採行的達標計畫，充份瞭解主要風險及關鍵成功要素，想出改變策略及動力。
- 2.開始進行改變(6 至 12 個月)：溝通(明確且經常告知改變的強制性、舉辦工作坊分享成功實務經驗、從基本面徵求並闡述執行議題)，執行(提供訓練及所需資源、取得設備及軟體、制訂標準)，快速達成(指定先導專案、獎勵先行者、設定務實的目標)。
- 3.持續堅持改變(12 至 24 個月)：在專案或團隊間進行成功經驗移轉(制定快速啟動樣板供新加入團隊依循、制定團隊發展進階知識的進程路圖)，強化改變成果(明確定義責任與義務、制定獎勵機制、將 BIM 實務納入公司的標準作業流程中)。

#### (五)BIM 環境(硬體及軟體)

本節列出支撐組織執行 BIM 專案所需的環境，也就是 BIM 的軟硬體需求，一般而言，BIM 環境由下列各項組成：

- 1.表列每一種 BIM 工作採用的軟體(BIM 建模軟體、BIM 審核軟體、BIM 協同作業軟體、分析軟體、及其它軟體)：預計將原公司採用的 AutoCAD 繪圖軟體提昇為 Revit。
- 2.要能順利以 BIM 軟體執行適切規模專案所需的電腦硬體：將原二部繪製細部大樣的 CAD 平面圖的電腦提昇為可以順利執行 Revit 軟體的規格。
- 3.為能順利在組織內及與外部合作夥伴進行協同作業、資訊共享，所需的專案整合網路平台、資訊標準、及資料文件管理系統：將委託系統廠商協助建立。

### 四、資訊(標準、品質保證、BIM 資訊管理)

#### (一)BIM 標準

組織應該制定 BIM 標準，以便能詳述在專案的某個階段達到某一個特定的目的，需要建置什麼樣(What)的 BIM 模型及其建置方法(How)。建議依照「BIM 建模導則」(TW-02 D BIM 協同作業指南附錄 D)及「TW-10 承包商 BIM 基本

建模指南」建立 BIM 標準，範例如下：(初期將由受委託之工程五館 B 棟增建工程的下列基準，參考研擬「OO 營造公司 BIM 標準」)

- |  |  |
|--|--|
| 1. 前言  | 實務範例   |
| 2. 擬定本標準的目的  | 開始上手   |
| 3. BIM 團隊組織表及角色與責任<br>(例如 BIM 經理、協調員、建模者)                              | 8. 模型內容(依建築、結構、機電、數量計算、景觀建築、施工等分專業區分內容)        |
| 4. 專案之 BIM 交付成果  | 9. 模型品質保證/品質控制                                 |
| 5. 專案伺服器(檔案結構及命名規則)  | 依建築、結構、機電、數量計算、景觀建築、施工等分專業分別檢核品質               |
| 6. BIM 專案流程及時間(單一專業、多專業內部整合、多專業外部整合)                                   | 再進行專業間整合避免衝突<br>再檢核模型、圖面、及表格間的一致性              |
| 7. BIM 建模需求<br>BIM 建模軟體<br>專案樣板<br>專案座標、樓層、及網格<br>檔案架構<br>分工架構<br>物件建置 | 10. 檔案交換(檔案格式、組織內交付方法、組織外交付方法)                 |
|  | 11. 附錄<br>常用的 BIM 用語<br>BIM 參考文獻<br>組織的 CAD 標準 |

無論是否由 BIM 模型中輸出，2D 圖面及相關表格也應納入 BIM 標準中，並且依據現有的 BIM 技術，適當地在 BIM 標準中說明要加入哪些資訊，例如在由 BIM 模型輸出的圖面中加入正確格式的註解及說明。

## (二)BIM 品質保證

BIM 品質保證就是確保所建資訊的正確性，是做為提供資訊的服務相當重要的一環，BIM 建模品質檢核的範例如下：

1. 模型確認(視覺檢核)：確保模型建置符合 BIM 標準所規定的方法；
2. 屬性資料確認(採用標準物件)：確保物件附帶的資料正確；
3. 衝突檢核確認(電腦輔助檢核)：以衝突檢核軟體自動檢核建築元件間的衝突(硬碰撞檢核)，檢核建築元件間是否有安裝及維護保養所需的間隙(軟碰撞檢核)。
4. 協作交換確認(視覺檢核)：確保依照專案執行計畫所規定的資訊交換協議進行模型發佈及取用。

## (三)BIM 資訊管理

BIM 標準也應涵蓋相關的資訊管理實務，例如資料夾架構、檔案命名規則、及顏色使用規定等。BIM 資料夾架構的範例如圖 1 所示。



圖1. OO 營造公司 BIM 專案資料夾架構

資料夾中的檔案也應依照相關規定命名，範例如表 4 及表 5 所示。模型架構拆分則如圖 2 所示。

表4. BIM 檔案命名公約範例(一)

專案碼						分項碼				區碼				作者碼		自訂欄位
1	0	6	0	1	-	E	W	-	0	0	-	2	4			

表5. BIM 檔案命名公約範例(二)

專案碼	由公司統一制定的專案五碼識別碼	
專業分項碼 (二碼)	S- RC A- SC EW ST M- X-	鋼結構(含鋼構柱、梁、斜撐) RC 結構(含 RC 柱、梁、版) 建築模(內牆含輕隔間牆、門、窗、天花板等裝修部部分) 梯核(Stair Core)結構部份(RC 梯或鋼梯) 外牆模型 基地模型 機電模型 整合(含各類整合檔)
區碼(二碼)	NN  --	二碼數字碼代表分區別： 00 代表不分區 10 代表第 1 區：12、14、16、18 次分區 20 代表第 2 區：22、24、26 次分區
作者碼(二碼)	NN	依專案成員代碼
使用者自訂 欄位	選擇性欄位	自訂供內部識別使用

BIM 的模型架構拆分原則如圖 2 所示(嘗試用工程五館 B 棟增建工程之模型)。若有再拆分之需求時，可用區碼做縮小檔案大小的再拆分，例如用 B1(地下一層)、F1(地面一層)、F2(地面二層)等做垂直分區模型拆分，亦可用 20、40、60... 等區碼做水平(多棟建築指分棟別)分區模型拆分。

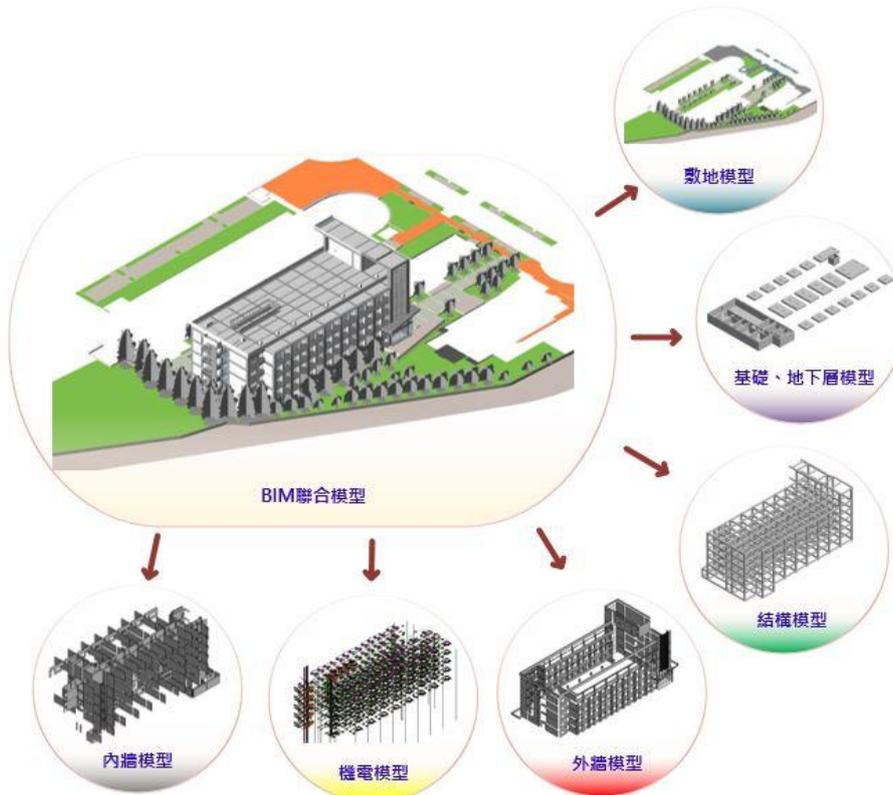


圖2. BIM 模型架構拆分原則

### 五、流程(專案的 BIM 流程)

BIM 流程主要是明確列出在專案的哪一個階段需要製作並交出哪一種 BIM 模型資訊，圖 3 為興建專案在生命週期各階段的 BIM 模型資訊與流程。表 6 則為一般營造公司在各階段應建置的 BIM 模型資訊範例。

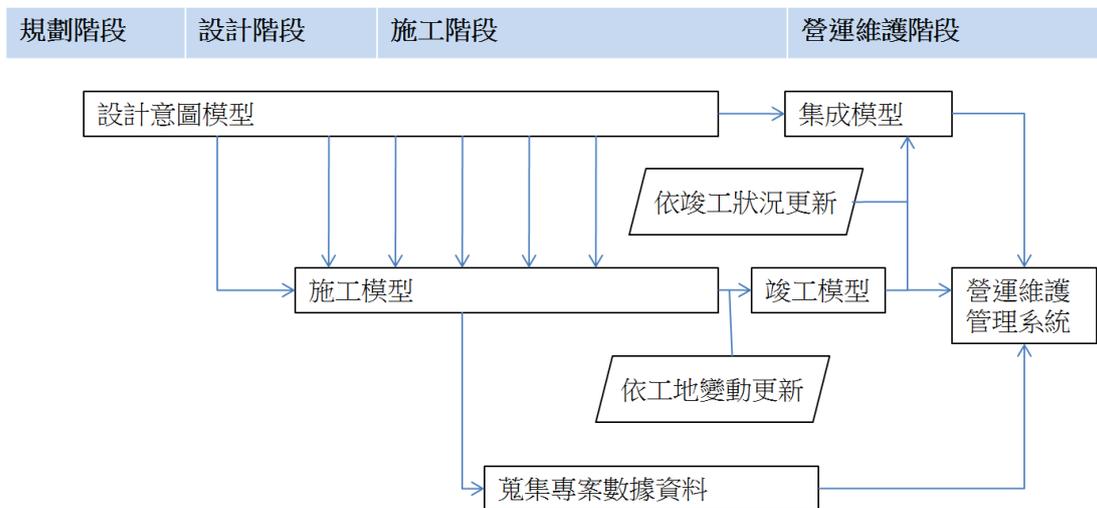


圖3. 專案全生命週期的模型資訊需求與流程

表6. OOO 營造公司在專案各階段的 BIM 應用及應交付的資訊

專案階段別	BIM 應用*	建議交付
投標階段	E1, E2, E3, E4 A1, A2, A4	(1)競標 BIM 模型； (2)輔助成本估算之資訊； (3)工地規劃(資源規劃)。
施工準備階段	E1, E2, E3, E4 A2, A4	(1)檢討設計模型； (2)以模型建置的施工進度規劃。
施工階段	E1, E2, E3, E4 A1, A2, A4, A5, A6, A10	(1)施工整合報告； (2)製造圖及模型； (3)複雜工項之工易性排序； (4)工地空間規劃確認； (5)預製/鑄資訊； (6)竣工模型。

\*：BIM 應用參照 BIM GfO 之定義，E1~E5, A1~A10, O1~O3

#### 六、人員及能力(BIM 競爭力、訓練路圖、BIM 相關角色表列)

在導入 BIM 的計畫中，培植人員的 BIM 能力是非常重要的一環，公司應該建置人員 BIM 能力圖及人員訓練計畫，以便能有系統地培植人員的 BIM 能力，可以先從表列出公司人員的職級、人數、及其現有的 BIM 能力開始。

##### (一)BIM 能力圖

依照公司的願景及制定的 BIM 目標，分析需要的 BIM 人力資源，列出 BIM 能力圖。表 7 為範例。

表7. 個人 BIM 能力圖(Competency Map)

程度	初級	中級	高級
工作經驗	1-2 年	3-5 年	6-8 年
技能/ 知識	領域知識： 建築 機電工程 土木結構工程 數量估價 測量放樣 施工管理	領域知識： 營建工地經驗 綠建築設計專業  BIM 知識： 國家 BIM 指南 組織 BIM 標準	領域知識： 實際負責執行營建專案經驗  BIM 知識： 推動 BIM 整合會議 規劃 BIM 流程

程度	初級	中級	高級
工作經驗	1-2 年	3-5 年	6-8 年
	設施管理 BIM 知識： BIM 概念 BIM 應用 BIM 價值及 ROI 軟體技能： BIM 建模工具 BIM 設計審核工具	BIM 執行計畫 BIM 品質檢核 軟體技能： BIM 建模工具 BIM 設計審核工具 BIM 分析工具 BIM 整合工具	BIM 契約與法規議題 組織導入計畫 BIM 品質檢核 軟體技能： BIM 建模工具 BIM 設計審核工具 BIM 分析工具 BIM 整合工具 Project workspace
證書		BIM 建模能力證書 BIM 軟體結業證書	BIM 管理能力證書 BCAA 專家文憑

## (二)人員訓練計畫

用表 7 對照公司現有的人力，即可對比分析需要進行的人員訓練，表 8 為人員訓練計畫範例。

表 8. 組織內 BIM 訓練路徑圖(Training Roadmap)範例

訓練方案	受訓人員	受訓人數	時間	訓練提供單位
BIM 概念	資深管理人員	5	2017 年 11 月	內訓
BIM 建模(1)	前導工地內外業工程師	5	2017 年 11 月	外訓
BIM 管理(1)	前導工地主任及人員	4	2017 年 11 月	內訓
BIM 建模(2)	內業工程師	10	2018 年 3 月	外訓
BIM 管理(2)	工地主任	10	2018 年 3 月	內訓
BIM 模型整合應用	外業工程師	10	2018 年 7 月	外訓

人員訓練不一定要正式排定的課程，可以更有彈性地包括下列各種型式：

- 1.正式 BIM 訓練課程獲得新技術及技巧
- 2.安排已具能力和經驗的老手搭配新手一起執行 BIM 工作，由老手帶領訓練新手
- 3.召開或參加相關論壇及工作坊，獲得及分享重要關鍵及解決問題的方法
- 4.研讀成功案例的經驗教訓報告
- 5.持續提供員工各類型的學習機會

### (三)與 BIM 相關的角色

用 BIM 執行營建專案會出現一些新的資訊提供及溝通的角色，明確列出這些人員扮演的角色及應負擔的責任相當重要，範列如表 9 所示。(視本研究的成果，很可能要加列 BIM 流程經理，或稱為業主 BIM 代表)

表9. BIM 角色與責任表

角色	模型管理責任
BIM 流程經理/ 業主 BIM 代表	代表業主確保專案依照 BIM 執行流程進行 (1)審核 BEP (2)監督 BIM 作業之正確流程及輔助業主審核 BIM 作業相關的交付項
專案 BIM 經理 (可由主任技 師、總顧問、由 專案經理或業主 指派的 BIM 專家 擔任)	擬定並且執行下列各項： (1)BIM 執行計畫 (2)BIM 應用目的 (3)成員責任對應表 (4)BIM 交付成果及其時間表 (5)BIM 建模品質控制 (6)BIM 協同作業
工程顧問之 BIM 協調員	在設計及施工階段負責以下各項： (1)建置 BIM 設計模型及相關文件 (2)擬定分專業之 BIM 應用目的(含分析) (3)協調整合 BIM 建模員、設計顧問、及成本顧問 (4)協調整合承包商與其分包商 (5)確保建模品質
承包商之 BIM 協 調員	在施工階段負責以下各項： (1)協調整合設計顧問與分包商 (2)研讀判定招標文件 (3)審核設計模型和製造模型及圖面(Drawings) (4)用 BIM 做整合、施工排程、工易性分析、成本分析、及工地應用

角色	模型管理責任
	(5)建置施工模型及竣工模型 (6)確保建模品質

## 七、客戶參與(BEP、BIM 狀況)

完整 BIM 專案的要義在於與營建相關的多重專業公司之間的溝通協調、團結合作共享資訊，這些協同作業程序明確地寫在 BIM 執行計畫(BIM Execution Plan,BEP)中，所以，瞭解並且參與 BEP 的制定是任何公司導入 BIM 的重要項目，建議參照「TW-04 BIM 執行計畫(BEP)制定要項」。

### (一)BIM 執行計畫(BEP)

BIM 執行計畫是經由業主核可的基準文件，是專案團隊據以達成預設的目標(包括各項 BIM 交付成果)的指導文件，特別是在 BEP 中的團隊成員角色及責任對應表，明確指出契約各方在專案的各個階段，使用 BIM 溝通協作時的責任區分，包括由哪方負責建置模型資訊、如何建置、哪一方負責協調整合模型、發佈及使用模型。一般而言，BEP 的內容有：

- 1.專案資訊
- 2.專案成員
- 3.專案每一個階段的專案目標及 BIM 目的
- 4.每一個 BIM 目的對應的 BIM 交付成果
- 5.每一項 BIM 交付對應的建模者及用模者
- 6.每一項 BIM 交付對應的模型元件、細緻度(Level of details)、及所需的屬性資料
- 7.BIM 模型資訊之建置流程、維護方式、及整合協作方法
- 8.資訊交換協定及交付格式標準
- 9.技術平台及應用軟體

BEP 一般是在專案一開始就要制定完成，但後續可以依據成員的變更或專案更新的 BIM 目的而修改調整，重要的是，這些 BEP 的變更調整一定要經過業主或業主指派的 BIM 經理的核定。

BEP 也可以經由專案主契約中的 BIM 特定條款來指定制定供參循。

### (二)BIM 條款

應用 BIM 的營建專案都會在主契約外附加訂定「BIM 特定條款」(請參照

TW-01 文件)，參與該專案的所有團隊，都應該在其合意擬定的契約中附加「BIM 特定條款」，在這份文件中明確規定模型的所有權、協同整合義務、及風險分配等，一般 BEP 的要求也是在這份文件中指定。

## 八、成果

建議定期檢核公司導入 BIM 的成果，並且根據導入成果的狀況適時修正導入計畫，以確保導入計畫能順利完成。一般以關鍵績效指標(Key Performance Indix, KPI)檢核導入的成果，下列各項為 KPI 範例：

### (一)專案品質提昇方面：

- 1.組織內用 BIM 執行的專案的百分比
- 2.參與 BIM 導入的專案夥伴百分比
- 3.專案採用 BIM 的階段範圍
- 4.用 BIM 提供新式增值服務的件數
- 5.BIM 交付成果的準確度
- 6.專案延時百分比及專案超支百分比

### (二)全公司 BIM 能力提昇方面：

- 1.領導階層介入深度、導入計畫規劃成果
- 2.資訊及流程標準
- 3.人員 BIM 能力
- 4.客戶參與度
- 5.新的工作模式

### (三)公司內人員的能力提昇方面：

- 1.公司員工接受 BIM 訓練的百分比
- 2.公司員工取得 BIM 證照的百分比
- 3.取得 BIM 技術的水平(BEP 規劃、建模、分析、整合協作、輸出文件、客製化)
- 4.專案採用 BIM 技術的百分比
- 5.員工完成 BIM 經理、BIM 協調員、及 BIM 建模員訓練的百分比

每一個 KPI 都可以對應組織投入的資源(Input)，以輸出、獲得的成果、或是產生的衝擊來量化表示，以下是組織投入的訓練資源及其對應的產出、成果、或是衝擊的範例：

#### (一)輸(投)入：訓練資源

- (二)輸出：完成訓練的員工數
- (三)成果：專案採用 BIM 的階段範圍
- (四)衝擊：具有取得 BIM 專案的能力



## 附錄十二、分包(供應)商導入 BIM 計畫案例教材

### 序

本文件乃依據內政部建築研究所 2015 年委託研究案之成果報告建議，引用「TW-03 組織導入 BIM 執行要項」，再依 OO 公司之需求套用改寫。OO 公司為確保能有效率地導入 BIM，特擬定本計畫供參循。

#### 一、概述

這份文件是為 OO 公司導入 BIM 所撰寫，目的是要協助該公司成功導入 BIM。由於 BIM 在本質上是提供資訊的一種服務，故在導入架構上以「服務品質」的七個構面進行，這七個構面分別是：

- (一)領導面
- (二)規畫面
- (三)資訊面
- (四)人員能力面
- (五)流程面
- (六)客戶參與面
- (七)成果展現面

OO 公司的「BIM 導入計畫」已獲本公司總經理承諾並且積極參與，總經理認同本公司導入 BIM 的意圖，將定時監督並且帶領本公司朝導入 BIM 的目標邁進。

表1. OO 公司導入 BIM 之七步驟

步驟	說明	備註
1	獲得領導階層支持 (1)將高階資深領導人納入導入計畫內。 (2)組成角色及責任明確的 BIM 委員會。	
2	規劃 (1)制定 BIM 導入計畫 (2)在導入計畫中明確定義：BIM 願景、BIM 目標、BIM 主題、變革管理、及軟硬體需求。	

步驟	說明	備註
3	資訊 (1)定義 BIM 標準 (2)明確定義 BIM 品保查核 (3)明確定義 BIM 資訊管理	
4	流程 (1)明確擬訂專案的 BIM 流程	
5	人員及能力 (1)BIM 能力圖 (2)BIM 教育訓練路徑圖 (3)BIM 角色(BIM 經理及/或 BIM 協調員)	
6	客戶參與 (1)BIM 執行計畫 (2)BIM 狀態	
7	成果展現 (1)明確定義關鍵績效指標(KPI)：專案內、組織內、或人員水準	

## 二、領導人支持的重要

### (一)資深領導人(總經理)

組織導入 BIM 時一定要有高階資深領導人的全力支持、全程帶領，高階資深領導人的主要任務是：

1. 為組織制定 BIM 願景及 BIM 目標
2. 向組織內員工及關係人溝通、展示、及捍衛前項願景及目標
3. 提供導入 BIM 所需的資源並且確實監督導入的狀況

### (二)BIM 委員會

設立 BIM 委員會來支持前述資深領導人擬訂並且執行「BIM 導入計畫」，BIM 委員會的設立原則有以下三項：

1. 應由公司內的資深高階領導人擔任 BIM 委員會主席；
2. 公司內各階層都應有代表參與；
3. 委員會內成員應有明確的角色與責任，OO 公司的 BIM 委員會成員及責任如表 2 示。

表2. OO 公司 BIM 委員會成員的角色與責任

姓名及職稱	角色與責任
OOO 總經理	(1)主任委員，主持 BIM 委員會，主導 BIM 導入 (2)管理導入計畫 (3)提供導入 BIM 所需的資源
OOO 副總經理	(1)在組織主要商業流程中確認 BIM 的機會 (2)評估導入成果 (3)將 BIM 納入公司的主要商業流程中
OOO 業務經理	(1)擬訂並且更新公司的 BIM 標準 (2)確認採用適切的 BIM 技術/軟體 (3)制定 BIM 訓練計畫 (4)辦理 BIM 實務經驗分享工作坊 (5)新技術及流程作法的試作及評估
OOO 工務經理 OOO 廠長	(1)提出且執行 BIM 導入示範專案 (2)提供試辦 BIM 專案團隊所需的輔導 (3)強化成功經驗以製做示範案例
OOO 設計組長	(1)組織內主要的 BIM 人力資源 (2)在專案中應用 BIM 進行工程管理 (3)提出工地對 BIM 的需求及應用經驗回饋
OOO 生產組長	
OOO 工程員	(1)組織內主要的 BIM 人力資源 (2)在專案中應用 BIM 進行工程管理 (3)提出工地對 BIM 的需求及應用經驗回饋 (4)協助 BIM 委員會之庶務相關工作
OOO 工程員	

### 三、規劃-擬定 BIM 導入計畫

BIM 委員會最重要的一項交付成果是「BIM 導入計畫」，該計畫的執行，是要將公司由目前「無或少許」BIM 化，推動到有效率、有創意、及公司全面 BIM 化。

擬定 BIM 導入計畫應從由資深高階領導制定公司的 BIM 願景及 BIM 目標開始，OO 公司的 BIM 目標與 BIM 願景為：

#### (一)BIM 願景

OO 公司的 BIM 願景說明：

做為國內帷幕牆專業承包商，秉持「精益求精、止於至善」之企業精神，應持續導入新科技及技術，「以 BIM 技術為起點邁向工業 4.0 的智慧製造」目

標。

目標：以 BIM 技術為起點擴增產品的市佔率，參與設計並邁向工業 4.0 的智慧製造

採用 BIM 的數值模擬功能以強化本公司的工業自動化製程管理效益，初期將產品的 BIM 模型上網供免費下載以期擴增產品市占率，中期參與個別專案的帷幕相關產品設計，以提昇公司的 BIM 能力，長期則提供客戶更多客製化專業服務邁向智慧製造。我們宣示在 2018 年開始，本公司主要產品將有 BIM 模型供客戶自由下載，2020 年將所有產品的 BIM 模型供客戶自由下載且開始參與個別專案之帷幕產品設計，2022 年啟動工業 4.0 智慧製造。

## (二)BIM 目標

在「以 BIM 技術為起點邁向工業 4.0 的智慧製造目標」的願景下制訂 BIM 目標，並將該目標具體化為 BIM 應用，以符合明確、可量測、且可在指定的時間內達成。OO 公司的 BIM 目標如表 3 所示：

表3. OO 公司的 BIM 目標及預計達成時間

BIM 目標	具體的 BIM 應用	關鍵成效指標(KPI)	預計達成時間
採用 BIM 的數值模擬功能邁向工業 4.0 的智慧製造	本公司有的產品都提供 BIM 資訊且具線上協同設計訂製能力	短期： 主要產品提供 BIM 模型供下載 中期： (1)所有產品提供 BIM 模型供下載 (2)主要產品具有協同設計整合 BIM 能力 長期： (1)所有產品具有協同設計整合 BIM 能力 (2)啟動工業 4.0 智慧製造	2018 年第 1 季  2020 年第 2 季  2022 年第 4 季

## (三)主要議題

建議在 BIM 導入計畫中列出一些主要議題，以便組織在執行導入時可以聚焦，主要議題的範例如下：

為鼓勵員工持續學習並提出創意以達成組織的願景及目標

- 1.學習新的能力：新的技巧、新的科技、新的專業

- (1) 培養公司員工的 BIM 能力：產品建模能力，含幾何參數及屬性參數需符合相關規範
  - (2) 提昇公司網路資訊能力：產品資訊經由網路傳佈的能力
  - (3) 培養公司員工的產品設計能力：帷幕牆相關產品的設計能力
2. 以創意提昇價值：新式的服務、提昇效率的流程、更精確的資訊
  3. 資訊安防分級流程：擬定並且執行資訊安防分級流程(Security Triage Process, STP)

#### (四) 變革管理

在擬定 BIM 導入計畫時應實施變革管理，也就是要能循序漸進地協助改變，且能避免抗拒及減少干擾破壞，一般變革管理依三個階段進行，範例如下：

1. 營造改變的氛圍(3 至 6 個月)：闡述改變的急迫性(例如符合政府的要求、新專案業主的要求、及同業的競爭等)，明確說明願景、目標、及採行的達標計畫，充份瞭解主要風險及關鍵成功要素，想出改變策略及動力。
2. 開始進行改變(6 至 12 個月)：溝通(明確且經常告知改變的強制性、舉辦工作坊分享成功實務經驗、從基本面徵求並闡述執行議題)，執行(提供訓練及所需資源、取得設備及軟體、制訂標準)，快速達成(指定先導專案、獎勵先行者、設定務實的目標)。
3. 持續堅持改變(12 至 24 個月)：在專案或團隊間進行成功經驗移轉(制定快速啟動樣板供新加入團隊依循、制定團隊發展進階知識的進程路圖)，強化改變成果(明確定義責任與義務、制定獎勵機制、將 BIM 實務納入公司的標準作業流程中)。

#### (五) BIM 環境(硬體及軟體)

本節列出支撐組織執行 BIM 專案所需的環境，也就是 BIM 的軟硬體需求，一般而言，BIM 環境由下列各項組成：

1. 表列每一種 BIM 工作採用的軟體(BIM 建模軟體、BIM 審核軟體、BIM 協同作業軟體、分析軟體、及其它軟體)：預計將原公司採用的 AutoCAD 繪圖軟體提昇為 Revit。
2. 要能順利以 BIM 軟體執行適切規模專案所需的電腦硬體：將原二部繪製細部大樣的 CAD 平面圖的電腦提昇為可以順利執行 Revit 軟體的規格。

3.為能順利在組織內及與外部合作夥伴進行協同作業、資訊共享，所需的專案整合網路平台、資訊標準、及資料文件管理系統：將委託系統廠商協助建立。

值：平衡價格和效能

說明	需求
作業系統	Microsoft® Windows® 7 SP1 64 位元 <ul style="list-style-type: none"> <li>• Windows 7 Enterprise</li> <li>• Windows 7 Ultimate</li> <li>• Windows 7 Professional</li> <li>• Windows 7 Home Premium</li> </ul> Microsoft® Windows® 8 64 位元 <ul style="list-style-type: none"> <li>• Windows 8 Enterprise</li> <li>• Windows 8 Pro</li> <li>• Windows 8</li> </ul> Microsoft® Windows® 8.1 64 位元 <ul style="list-style-type: none"> <li>• Windows 8.1 Enterprise</li> <li>• Windows 8.1 Pro</li> <li>• Windows 8.1</li> </ul> Microsoft® Windows® 10 64 位元 <ul style="list-style-type: none"> <li>• Windows 10 Enterprise</li> <li>• Windows 10 Pro</li> <li>• Windows 10 Home</li> <li>• Windows 10 Education</li> </ul>
CPU 類型	多核心 Intel® Xeon® 或 i-Series 處理器或採用 SSE2 技術的 AMD® 等效，建議最大負荷的 CPU 速度額定值。Revit 產品在許多工作中將會使用多核心，使用最多 16 核心進行短影片級真實的彩現作業。
記憶體	8 GB RAM <ul style="list-style-type: none"> <li>• 對於磁碟上最大約 300MB 的單一模型的典型編輯作業階段，這通常已足夠。此估算值根據內部測試和客戶報告得出。個別模型在其使用的電腦資源和效能特性方面有所不同。</li> <li>• 在新版本 Revit 建立的模型可能需要更多可用記憶體來進行單次升級過程。</li> </ul>
視訊顯示器	1680 x 1050 全彩
視訊配接器	由 Autodesk 所建議、支援 DirectX® 11 且 Shader Model 5 用作 <a href="http://www.autodesk.com/revit-graphicshardware">http://www.autodesk.com/revit-graphicshardware</a> 的圖形卡。
磁碟空間	5 GB 可用磁碟空間
媒體	從 DVD9 或 USB 鍵下載或安裝
指向設備	MS 滑鼠或 3Dconnexion® 相容裝置
瀏覽器	Microsoft® Internet Explorer® 7.0 (或更新版本)
連線能力	網路連線，以便進行授權註冊和下載必要元件

圖1. 在軟體商官網公佈的作業系統及硬體規格需求

#### 四、資訊(標準、品質保證、BIM 資訊管理)

##### (一)BIM 標準

本公司的 BIM 標準主要是指「BIM 元件建模標準」。本公司將以英國 NBS National BIM Library 擬訂的「BIM 元件建模規範」做為基準，將本公司的產品逐一製作符合規範的 BIM 元件。發佈的元件應有下列的說明內容：(參 NBS Object 標準)

##### 1.0 簡介

### 1.1 模擬的產品

## 2.0 性質

### 2.1 IFC

### 2.2 COBie

### 2.3 NBS\_數據

### 2.4 NBS\_一般

## 3.0 將本元件載入 Autodesk Revit 的方法

### 3.1 元件載入

### 3.2 將物件加入專案

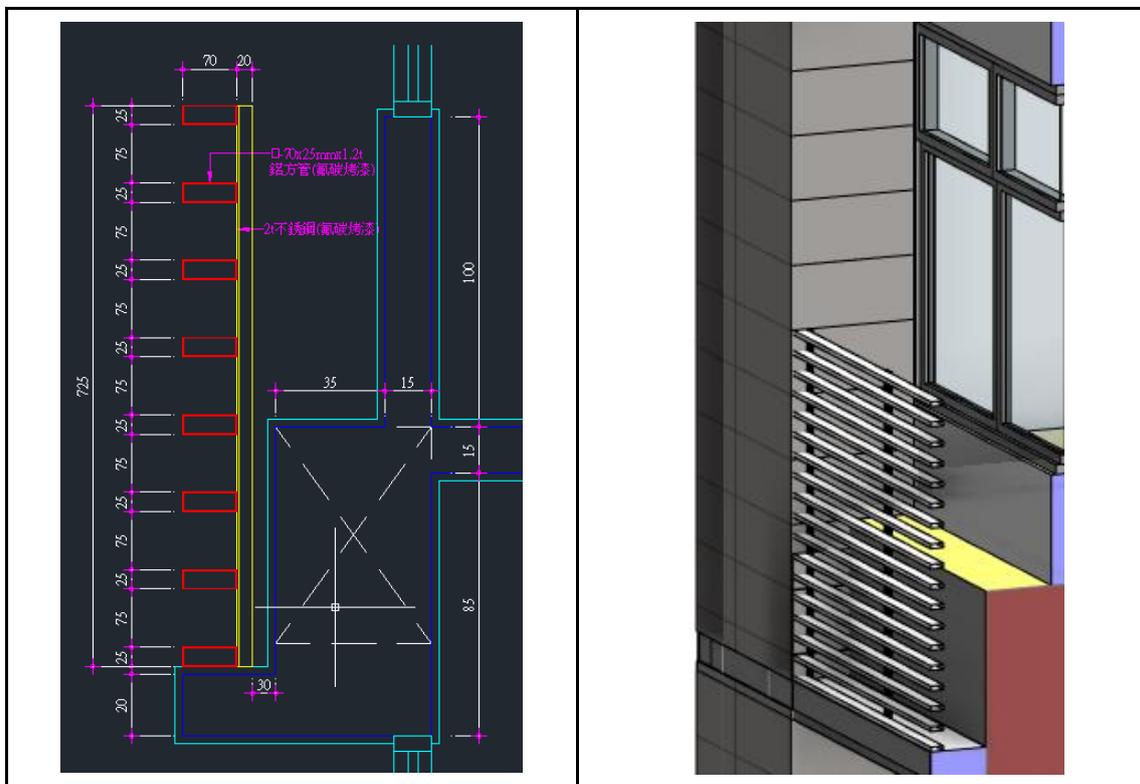
### 3.3 與其它 BIM 物件的關係

### 3.4 在專案中使用 BIM 物件

## 4.0 縮寫

(相關資料亦可參照內政部建築研究所於民國 104 年 12 月發佈之成果報告「國內 BIM 元件通用格式與建置規範研究成果報告」)。

本公司(ALUK)主要產品有：玻璃帷幕系統、住家門窗、店面帷幕、陽臺格柵、採光罩等，製定產品 BIM 元件的範例如下圖 2 及圖 3 所示。



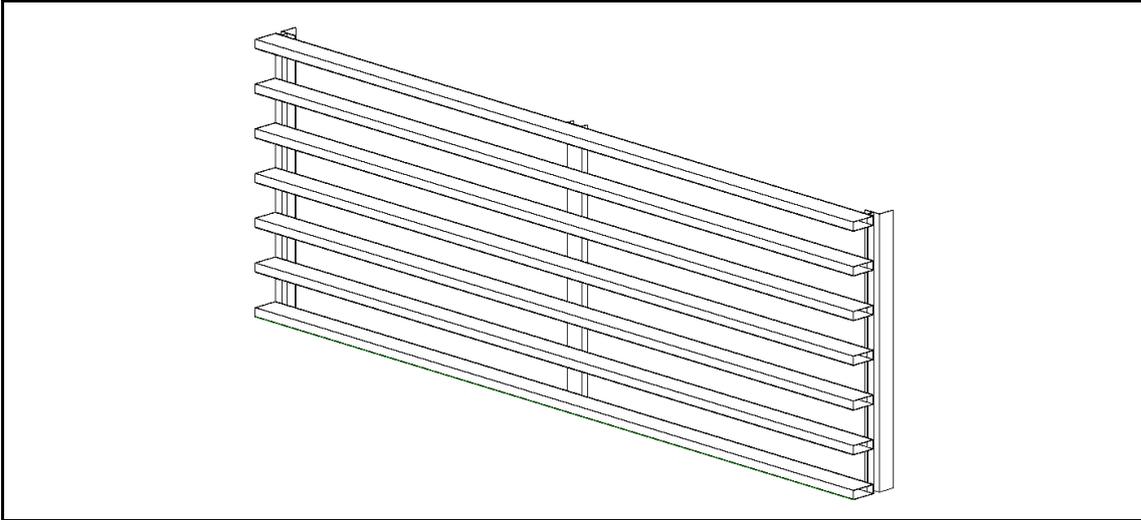
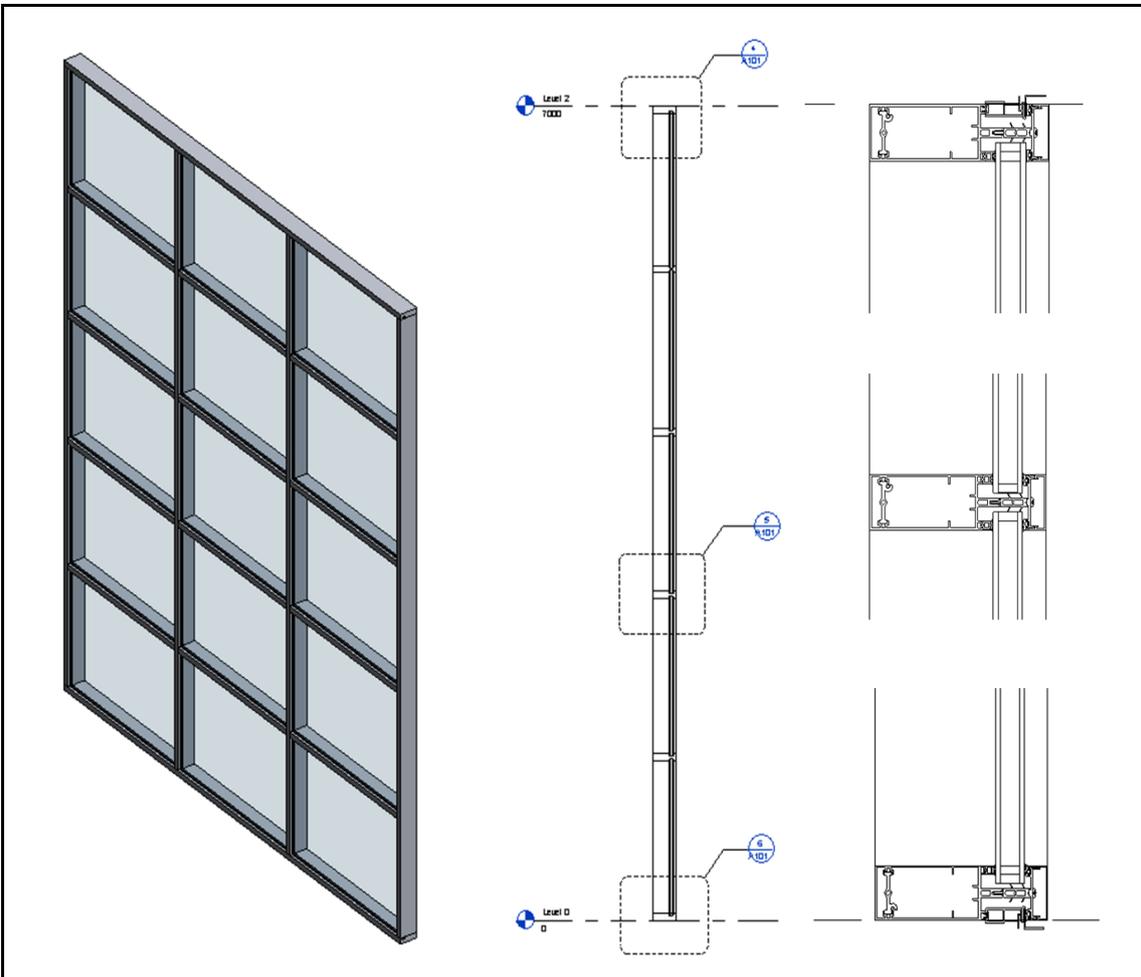


圖2. 陽台鋁格柵的 BIM 元件製做示意圖



採用 Technal MX62 鋁方形立框、36mm 雙層玻璃方形鋁框帷幕系統  
(含頂、中、底部立框與窗框接頭嵌接細部大樣)

圖3. 鋁玻璃帷幕的 BIM 元件製做示意圖

(二)BIM 品質保證

BIM 品質保證就是確保所建資訊的正確性，是做為提供資訊的服務相當重要的一環，BIM 建模品質檢核的範例如下：

- 1.模型確認(視覺檢核)：確保模型建置符合 BIM 標準所規定的方法；
- 2.屬性資料確認(採用標準物件)：確保物件附帶的資料正確；
- 3.連結本公司網址：以供使用者查詢。

(三)BIM 資訊管理

BIM 標準也應涵蓋相關的資訊管理實務，例如資料夾架構、檔案命名規則、及顏色使用規定等。BIM 資料夾架構的範例如表 4 所示。

表4. OO 公司產品 BIM 元件檔案命名規則

元件標準代碼			公司碼				自訂元件中文名	
N	B	S	-	A	B	C	-	鋁帷幕方立框雙層玻璃嵌人
N	B	S	-	A	B	C	-	陽台鋁方框格柵
A	R	B	-	A	B	C	-	鋁帷幕方立框雙層玻璃嵌人
A	R	B	-	A	B	C	-	玻璃帷幕窗

五、流程(專案的 BIM 流程)

依據一般建築興建專案之各階段的 BIM 模型資訊與流程如圖 4 所示，本公司將製作完的產品 BIM 元件檔公佈在公司網站，無償供各階段的需用者自由下載使用。

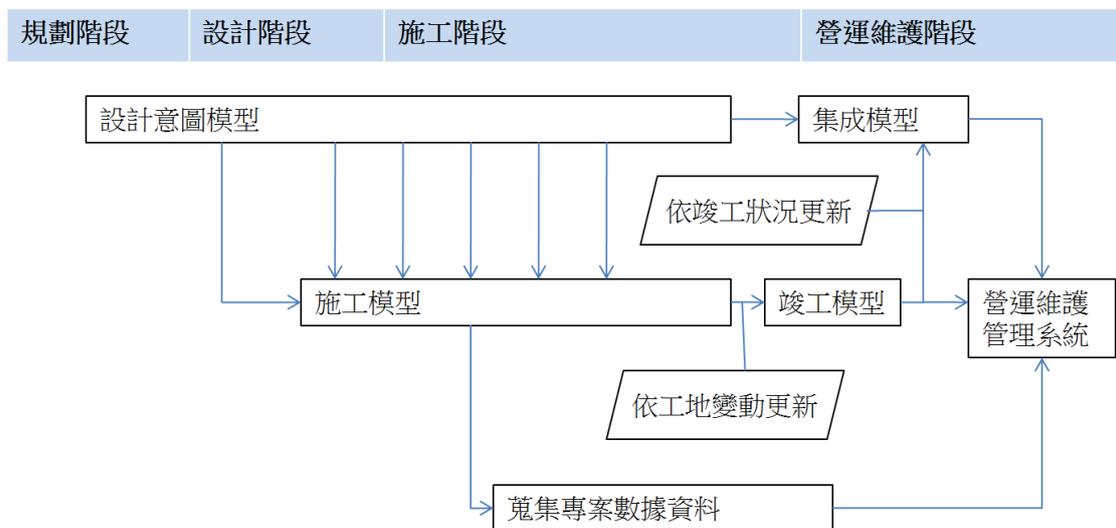


圖4. 專案全生命週期的模型資訊需求與流程

## 六、人員及能力

本公司近期需要的 BIM 能力是建置符合規範之產品 BIM 元件的能力，產品 BIM 元件的好用與否與參數化的程度相關，故，對照公司現有的人力，即可對比分析需要進行的人員訓練，表 5 為人員訓練計畫。

表5. 公司人員 BIM 訓練計畫表

訓練方案	受訓人員	受訓人數	時間	訓練提供單位
BIM 概念	主管及技術人員	8	2017 年 11 月	外訓
BIM 建模	設計及生產技術人員	5	2017 年 11 月	外訓
BIM 建模(2)	設計人員	2	2017 年 11 月	內訓
BIM 數位製造應用	設計及生產技術人員	3	2018 年 7 月	內訓

## 七、客戶參與(BEP、BIM 狀況)

完整 BIM 專案的要義在於與營建相關的多重專業公司之間的溝通協調、團結合作共享資訊，這些協同作業程序明確地寫在 BIM 執行計畫(BIM Execution Plan,BEP)中，所以，瞭解並且參與 BEP 的制定是任何公司導入 BIM 的重要項目，建議參照「TW-04 BIM 執行計畫(BEP)制定要項」。

## 八、成果展現

建議定期檢核公司導入 BIM 的成果，並且根據導入成果的狀況適時修正導入計畫，以確保導入計畫能順利完成。一般以關鍵績效指標(Key Performance Indix, KPI)檢核導入的成果。

## 附錄十三、設計階段 BIM 計畫案例教材

### 國立中央大學工程五館 B 棟大樓增建工程-細部設計 BIM 執行計畫

本執行計畫依照契約之要求，參照內政部建築研究所「我國 BIM 協同作業指南執行要項研擬成果報告之「TW-04 BIM 執行計畫(BEP)制定要項」及「TW-07 建築師 BIM 基本建模指南」兩項文件，由 BIM 工作小組成員合意擬定，並視專案執行狀況即時修改更新。

#### 一、專案資訊

(一)專案名稱：國立中央大學工程五館 B 棟大樓增建工程

(二)專案參考編號：10601\_ARC\_BEP

(三)契約型式/交付方法：細設標

(四)專案概述：為滿足工學院及資電學院之教學需求於工程五館 B 棟後方空地興建地下一層(局部開挖為機電設備空間)地上五層鋼筋混凝土造建築物，空間需求及用途請參「國立中央大學工程五館 B 棟大樓新建工程興建構想書」第 8.2 節計畫構想及需求」及第 8.11 節規劃設計構想圖說」，BIM 作業請參照「國立中央大學總務處 BIM 標準」。

#### 二、專案成員(應出席定期召開的 BIM 會議)

表 1. 10601\_ARC\_BEP 案 BIM 工作小組成員

姓名	代號	BIM 角色	任務說明	備註
OOO	10	列席業主	代表業主參與 BIM 相關工作	業主
OOO	20	業主 BIM 代表 (流程經理)	代表業主綜合管理 BIM 相關工作	PCM
OOO	30	BIM 經理	擬定 BEP 並即時實落實更新及執行	細設主管
OOO	32	建構建模組員	建置建構模型、建築裝修設計表達及 模型資訊輸出應用	細設建築 設計
OOO	34	機電建模組員	建置機電模型表達、及模型資訊輸出 應用	細設機電 設計
OOO	36	基地建模組員	基地現況模型建置及施工規劃	施工專長

註：為求專案資訊之「可繼承性」專案小組人員代號建議應顧及在整個專案生命週期有效。

三、營建專案 BIM 目的為：「應用 BIM 做設計整合、提昇設計效率，並將建成 BIM 模型資訊轉交施工應用」(本案為細部設計 BIM 應用，依 BIM 協同作業指南，列出如下：)

(一)五項基本 BIM 應用工作：

- 1.E1：基地現況建模(Existing Condition)
- 2.E2：設計表達(Design Authoring)
- 3.E3：設計成果審核(Design Review)
- 4.E4：3D 整合協作(3D Coordination)
- 5.E5：集成模型匯編(Record Modeling)(註：本案本項工作另由業主委託之 PCM 負責)

(二)六項增值 BIM 應用工作：

- 1.A1：成本估算(Cost Estimating)
- 2.A2：歷時規劃(Phase Planning)
- 3.A3：基地分析(Site Analysis)
- 4.A7：工程分析((Engineering Analysis)(註：本案業主未要求本項工作)
- 5.A8：永續性分析(Sustainability (LEED) Evaluation)
- 6.A9：設計圖審(Code Validation)(註：本案業主未要求本項工作)

四、各項 BIM 交付項目負責成員與與建置模型之建模者及用模者

(一)本案 BIM 交付項目包括模型交付項及應用成果交付項共 17 項如表 2 所示，其中 J3 為模型交付項，其餘為應用成果報告。

表2. 10601\_ARC\_BEP 案 BIM 應用工作交付項與負責成員矩陣表

時程 (簽約後)	交付項名	對應之 BIM 應用 工作	負責之團隊成員				
			30	32	34	36	編號
14 天	執行計畫(BEP)	成果報告	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	J1
30 天	基地分析、永續性 分析	A3、A8 成果報告	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	J2
90 天	設計意圖模型	E1、E2、E3、E4	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	J3
120 天	設計階段模型整合 成果報告	E4，成果報告	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	J4
180 天	設計階段混凝土、 門窗、機電設備數 量輸出	A1 成果報告	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		J5
210 天	設計階段時程進度	A2 成果報告	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		J6

時程 (簽約後)	交付項名	對應之 BIM 應用 工作	負責之團隊成員				
			30	32	34	36	編號
	規劃						
210 天	設計階段工地空間 規劃	E1、A4 成果報告	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		J7
210 天	發包文件製作	成果報告	<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>	J8

(二)依據表 2 所列的各交付項需求，本案在細部設計階段所需建置的 BIM 模型、建模者、及用模者，依 TW-04 附錄 A 修訂擬定，如表 3 所示。

表3. 10601\_ARC\_BEP 案應建 BIM 模型、建模者與用模者矩陣表

階段	模型名	直接對應之 BIM 應用工作	建模 者	用模者	編號
設計 階段	基地模型(原)	E1	36	20、30、32、34	M1
	基地模型(含設計提 案)	E1、E2、E3	36	20、30、32、34	M2
	建構模型	E2、E3	32	20、30、34、36	M3
	裝修模型	E2、E3	32	20、30、34、36	M4
	機電模型(電力)	E2、E3	34	20、30、32、36	M5
	機電模型(空調)	E2、E3	34	20、30、32、36	M6
	機電模型(給排水)	E2、E3	34	20、30、32、36	M7
	機電模型(消防)	E2、E3	34	20、30、32、36	M8
	整合模型	E3、E4	30	20、32、34、36	M9

(三)建模軟體：Autodesk Revit 2017，整合視情況用 Infraworks 及 Navisworks2017

(四)專案資料夾架構及檔案交換格式：本案採用之專案資料夾架構如表 4 所示，有對外檔案交換需求時，交換的格式為 NWC，IFC。

表4. 10601\_DB\_BEP 案專案資料夾層級

專案資料夾層級	
<ul style="list-style-type: none"> <li>10601_NCU_EBA                             <ul style="list-style-type: none"> <li>01BIM執行計畫</li> <li>02BIM模型</li> <li>03BIM整合會議</li> <li>04BIM物件庫</li> <li>05契約文件</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>0201設計                             <ul style="list-style-type: none"> <li>020101工作中 →</li> <li>020102共用</li> <li>020103發佈</li> <li>020104歸檔</li> </ul> </li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>02010101基地</li> <li>02010102建構</li> <li>02010103空調</li> <li>02010104電力</li> <li>02010105給排水</li> <li>02010201基地</li> <li>02010202建構</li> <li>02010203空調</li> <li>02010204電力</li> <li>02010205給排水</li> <li>02010206整合</li> <li>02010301基地</li> <li>02010302建構</li> <li>02010303空調</li> <li>02010304電力</li> <li>02010305給排水</li> <li>02010306整合</li> </ul>
<p>說明：本案屬細設 BIM 應用，02BIM 模型部份使用 0201 設計料夾，依據透過網路共享及交換 Revit 檔案之原則，下分 020101 工作中、020102 共用、020103 發佈、及 020104 歸檔四個資料夾，各資料夾再依專業拆分成建築、結構、空調、電力、給排水、消防等六個專業，存放各專業之模型檔，整合會議相關文件存在 03BIM 整合會議、及 04BIM 物件庫用來存放本案之物件，以利後續 BIM 專案應用。</p>	

(五)檔案命名公約如表 5 及表 6 所示。

表5. 10601\_DB\_BEP 案 BIM 應用工作之檔案命名公約(一)

專案碼					分項碼				區碼			作者碼		自訂欄位
1	0	6	0	1	-	R	C	-	0	0	-	3	2	

表6. 10601\_DB\_BEP 案 BIM 應用工作之檔案命名公約(二)

專案碼	由專案自訂的五碼識別碼	
分項碼(二碼)	RC ST AF AC ES WP FP X-	建構模型 RC 結構(含 RC 柱、樑、版、擋土牆) 基地模型 裝修模型 空調模型(取自 ACMV) 電力模型 給排水模型(若分開則 PL 給水, SP 污水, RP 雨水) 消防模型 整合(含各類整合檔)
區碼(二碼)	NN  --	二碼數字碼代表分區別： 00 代表不分區
作者碼(二碼)	NN	依專案成員代碼
使用者自訂欄位	選擇性欄位	自訂供內部識別使用，本案加 TWBG 指台灣 BIM 指南用的模型

## (六)BIM 模型拆分架構

本案模型依基地整地、建構、裝修、機電電力、機電給排水、機電空調等專業別拆分，如表 7：若因檔案太大(超過 80MB)有再拆分之需求時，可用區碼進行縮小檔案的再拆分，例如用 B1(地下一層)、F1(地面一層)、F2(地面二層)等做垂直分區區份，亦可以用 20、40、60...等區碼做水平(多棟建築指分棟別)分區區分。

表7. 10601\_ARC\_BEP 案 BIM 模型拆分架構表

專業別	分區別	區碼	檔案名	備註
建構	全區	00	10601_RC_00_32	
裝修	全區	00	10601_AF_00_32	全區外牆
機電(電力)	全區	00	10601_ES_00_34	
機電(空調)	全區	00	10601_AC_00_348	
機電(給排水)	全區	00	10601_WP_00_34	
基地	全區	00	10601_ST_00_36	

五、各 BIM 模型所需建置的 BIM 元件

參照 TW-02 台灣 BIM 協同作業指南之附錄 D(BIM 建模導則)建置，各 BIM 模型需求元件及建模細則明如表 8：

表8. 10601\_ARC\_BEP 案 BIM 元件需求表

BIM 模型別	應建元件及建模細則說明		
	元件	建模細則說明	備註
<b>建構模型</b> 通則：需以正確尺寸及材料屬性建置	牆 (含隔間牆、擋土牆)	以「牆」功能建置，並用類型區分牆的屬性。高度為樓層結構面起至上層結構梁或版底。	建議以核可的族群建置
	門、窗	以「族群」建置，並依圖說輸入正確的參數及命名。	
	基礎	獨立基腳、聯合基腳、版基礎	
	樑	以「樑」功能建置，並依圖說輸入正確的類型及參數。	
	柱	以「柱」功能建置，由樓層基準面至其上樓版的基準面間建置及其特殊形狀與斷面的柱。	
	版	以「樓板」功能建置，並依圖說輸入正確的類型及參數。	
	樓梯、梯段、斜面	以「樓梯」功能建置，並依圖說輸入正確的類型及參數。樓梯轉接平台和梯段，此時可視需求用樓版建置，應將該“樓版”的「類型」定義為“樓梯”。	
<b>基地模型</b>	地形	依核定的測量數據建置基地現況地形	建議以核可的族群建置
	車道	以版建置，將其類型定義為車道	
	景觀鋪面	以版建置，將其類型定義為鋪面	
	排水溝	以版建置，將其類型定義為排水溝	
	現有建物	以位置、幾何尺度正確之量體建置，每一量體有明確的命名；樹、邊界及道路等景觀元件可用二維表達	
<b>裝修模型</b>	地坪	以「樓板」功能建置，並依圖說輸入正確的類型及參數。	

BIM 模型別	應建元件及建模細則說明		
	元件	建模細則說明	備註
	天花板	以「天花板」功能建置，並依圖說輸入正確的類型及參數。	
	帷幕	1.以「牆」功能或「帷幕系統」功能建置，並用模型群組方式將其依圖說命名之。 2.以「族群」建置，並依圖說輸入正確的參數及命名之。	
	格柵	以「元件」功能建置，並用模型群組方式將其依圖說命名之。	
	外牆	以「牆」功能建置，並依圖說輸入正確材質。	
	內牆(隔間牆)	以「牆」功能建置，並依圖說輸入正確材質。	
	房間	以「房間」功能建置，並依圖說輸入正確的空間名稱。	
	機電模型之空調排風	VRV 室外主機	
VRV 室內送風機(含集風箱)			
出風口			
回風花板			
送風軟管		鋁箔保溫軟管以正確尺寸建置	
控制器		標示控制器位置，不需建線路	
冷媒銅管		只需以適當線條顯示路徑；頂樓連接室外主機處建置管槽	
排水管		以正確尺寸 PVC 管建置，含管配件及清潔口，不需建繫吊件	
機電模型之電力系統	變壓器	以具有與實際採用相同尺寸、材料、類型及功能特徵的商業模型物件建模。若無適當物件可用適當尺	
	配電盤		

BIM 模型別	應建元件及建模細則說明		
	元件	建模細則說明	備註
	拉線箱	寸的箱形替代，但需標示名稱及給予正確類型名稱(圖說中類型編號)及相關參數。	
	發電機		
	柴油槽及油管		
	照明裝置		
	電導管	只需配幹管，用正確的尺寸及材質建置	
	插座及開關	用既有類型物件建置，類型名稱採用原設計編號名稱	
	匯流排		
機電模型之給排水	衛生設備	以具有與實際採用相同尺寸、材料、類型及功能特徵的商業模型物件建模。若無適當物件可用適當尺寸的箱形替代，但需標示名稱及給予正確類型名稱(圖說中類型編號)及相關參數。	
	管配件	以具有與實際採用相同尺寸、材料、類型及功能特徵的物件建模。	
	閘閥、包含冷熱水管	要包括保溫隔熱層的實際尺寸，以便做空間整合。	
	雨水排水管	以正確尺寸 PVC 管建置，含管配件及清潔口，不需建繫吊件	
	暗排、陰溝，包括廚餘處理管、地漏、存水彎、水封、清潔口、通氣口	以具有與實際採用相同尺寸、材料、類型及功能特徵的物件建模。	
	地下公共給水管線	以具有與實際採用相同尺寸、材料、類型及功能特徵的物件建模。	

BIM 模型別	應建元件及建模細則說明		
	元件	建模細則說明	備註
機電模型之消防	消防幫浦	以具有與實際採用相同尺寸、材料、類型及功能特徵的商業模型物件建模。若無適當物件可用適當尺寸的箱形替代，但需標示名稱及給予正確類型名稱(圖說中類型編號)及相關參數。	
	灑水頭	用既有類型物件建置，類型名稱採用原設計編號名稱	
	噴灑器配水管	用正確的尺寸及材質建置	
	消防噴水空置閘閥(主逆止閥、附加閥、警報閥、水力警鈴、試驗閥)	用既有類型物件建置，類型名稱採用原設計編號名稱	
	防火百葉窗	用既有類型物件建置，類型名稱採用原設計編號名稱	
	消防箱	用既有類型物件建置，類型名稱採用原設計編號名稱	
	滅火器	用既有類型物件建置，類型名稱採用原設計編號名稱	
	煙檢測器 控制面板 監控感應器 幫浦控制板 水表位置	以具有與實際採用相同尺寸、材料、類型及功能特徵的商業模型物件建模。若無適當物件可用適當尺寸的箱形替代，但需標示名稱及給予正確類型名稱(圖說中類型編號)及相關參數。	
火警鈴	用既有類型物件建置，類型名稱採用原設計編號名稱		

## 六、BIM 建模方法、發佈及協作流程

- (一)各不同專業的建模方法可分別參照 TW-07 建築師 BIM 基本建模指南、TW-08 結構顧問(含技師)BIM 基本建模指南、TW-09 機電顧問(含技師)BIM 基本建

模指南、及 TW-10 承包商 BIM 基本建模指南。搭配表 2 之交付時間，各建模者負責的 BIM 模型之交付時間如表 9 所示。

表9. 建模者負責的 BIM 模型之交付時間表

編號	交付時程 (簽約後)	模型交付項名	應建置之模型 編號	預估彙 整時間	建模者應交出 模型時間
J2	30 天	基地分析、永續 性分析	M1, M3, M4*	7 天	簽約後 23 天
J3	90 天	設計意圖模型	M1 至 M8	14 天	簽約後 76 天
J8	120 天	整合模型	M9	14 天	簽約後 106 天

註：\* 針對分析所需之量體級模型

(二)協同作業流程依照 TW-02 BIM 協同作業指南，建模者應自行負責所建模型的資訊輸入及建模品質檢核；各分專業建模完成後進入第二階段協同作業，由建模者與用模者協同進行整合設計，整合內容包括衝突干涉消除及資源程序最佳化；這些協同整合完成的模型必需經由 BIM 經理確認後授權進入共同分享階段，也就是第三階段的凍結模型並發佈供應用，如圖 1 所示。

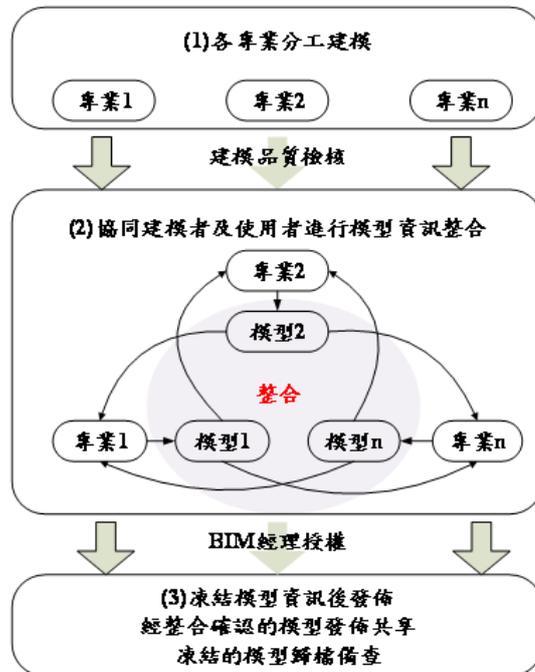
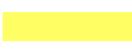


圖1. BIM 指南的協同建模三階段作業流程示意圖

(三)明定 BIM 建模者在提交模型前所需執行的品質檢核工作(參照建研所我國 BIM 協同作業指南相關文件 TW-010 承包商 BIM 基本建模指南)，建模者應隨時採用「明細表功能」掌握確認所建置的物件為「核可的物件」，並應在交付模型前執行「衝突檢查」消除所建模型物件之間的衝突。

- 1.將建築、土木結構、機電模型匯入專案審查軟體中，確保所有模型皆採用相同座標系統。
- 2.指定/變更各專業模型之顏色，此一作法在發生潛在課題時，將有助於辨識其來源(專業)。表 10 是各專業指定顏色之建議表，所有專案參與者必須同意此一顏色指定規則。應避免使用模型檢查軟體預設之錯誤/標明物件顏色。

表10. 各專業指定顏色之建議表

專業(系統)	指定顏色	顏色 RGB 號			
建築	灰色		R:150	G:150	B:150
結構	黃色		R:225	G:225	B:100
空調	綠色		R:0	G:195	B:0
冷水給水	藍色		R:0	G:0	B:225
雨排水	洋紅色		R:255	G:0	B:225
污排水	橘色		R:255	G:128	B:0
電氣	棕色		R:128	G:64	B:64
匯流排槽	紅色		R:255	G:0	B:0

- 3.應用模型檢查軟體之各種視覺化功能(縮放、平移、環轉、穿行透視、剖視)檢查模型之正確性。可參考我國 BIM 協同作業指南：附錄 B (ii)品質保證選取需要整合協調之建築元件。
- 4.應用模型檢查軟體之自動衝突檢查工具檢查模型碰撞問題。可將碰撞視圖儲存下來並加上說明意見，並輸出成為待釐清事項(RFI)之附件說明。也可以由模型檢查軟體產生模型協調分析報告，以利追蹤。
- 5.將所辨識出的潛在議題依據重要性排列優先順序，並與相關單位一起解

決。

七、技術環境需求

(一)本案模型建置一律使用 Autodesk Revit 2017，整合採用 Navisworks 2017。

(二)模型共享平台為本公司內網。A360。及本公司自行開發的 APP。

八、其它附件

內政部建築研究所之「TW-02-D BIM 協同作業指南附錄 D-BIM 建模導則」

## 附錄十四、施工階段 BIM 計畫案例教材

### 國立中央大學工程五館 B 棟大樓增建工程-施工 BIM 執行計畫

本執行計畫依照契約之要求，參照內政部建築研究所「我國 BIM 協同作業指南執行要項研擬成果報告之「TW-04 BIM 執行計畫(BEP)制定要項」及「TW-10 承包商 BIM 基本建模指南」兩項文件，由 BIM 工作小組成員合意擬定，並視專案執行狀況即時修改更新。

#### 一、專案資訊

(一)專案名稱：國立中央大學工程五館 B 棟大樓增建工程

(二)專案參考編號：10601\_CON\_BEP

(三)契約型式/交付方法：傳統設計/發包/施工

(四)專案概述：現工程五館由 A、B、C 三棟 RC 建物組成，本案為 B 棟擴建；

拆除現有 B 棟東向尾端少部份以利連接，擴建部份為地下一層地上五層鋼筋混凝土造建築物，總樓地版面積 8,447m<sup>2</sup>，包含構造物本體(基礎、結構、外飾)、室內給排水消防設備、機電空調及法定防空避難設備、門窗、粉刷裝修等工程。

#### 二、專案成員(應出席定期在工務所召開的 BIM 會議)

表1. 10601\_CON\_BEP 案 BIM 工作小組成員

姓名	代號	BIM 角色	任務說明	備註
OOO	10	列席業主	代表業主參與 BIM 相關工作	業主
OOO	20	業主 BIM 代表 (流程經理)	代表業主綜合管理 BIM 相關工作	PCM
OOO	30	細設 BIM 經理	細設階段 BEP 之擬定及執行	細設建築師
OOO	50	施工 BIM 經理	擬定 BEP 並即時實落實更新及執行整合	施工主管
OOO	52	建構建模組員	建置建構模型、建築裝修設計表達及模型資訊輸出應用	施工建構設計
OOO	54	機電建模組員	建置機電模型表達、及模型資訊輸出應用	施工機電設計
OOO	56	基地建模組員	基地現況模型建置及施工規劃	施工資源規劃

註：為求專案資訊之「可繼承性」專案小組人員代號建議應顧及在整個專案生命

週期有效。

三、營建專案 BIM 目的(本案為施工方 BIM 應用，依指南中 BIM 應用工作，先列出如下：)

(一)五項基本 BIM 應用工作：

- 1.E1：基地現況建模(Existing Condition)
- 2.E2：設計表達(Design Authoring)
- 3.E3：設計成果審核(Design Review)
- 4.E4：3D 整合協作(3D Coordination)

(二)施工階段進階 BIM 應用工作：

- 1.A1：成本估算(Cost Estimating)
- 2.A2：歷時規劃(Phase Planning)
- 3.A4：工地利用規劃(Site Utilization Planning)
- 4.A5：數位製造(Digital Fabrication)
- 5.A6：3D 控制與規劃(3D Control and Planning)
- 6.A10：施工系統設計(Construction Systems Design)

四、BIM 應用及交付項目(依 BIM 應用工作之進展情形再詳列各項應用工作之交付項目)

共同擬定的 BEP 中列出的 BIM 應用工作交付項與負責成員矩陣表，如表 2 所示：

表2. 10601\_CON\_BEP 案 BIM 應用工作交付項與負責成員矩陣表

時程	交付項名	對應之 BIM 應用 工作	負責之團隊成員				編號
			50	52	54	56	
簽約後 14 天	執行計畫(BEP)	成果報告	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	J1
60 天 (開工前)	施工模型	E1、E2、 E3、E4	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	J2
90 天(結構體 施工前)	施工階段模型整合 成果報告	E4 成果報 告	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	J3
依需求	施工階段混凝土、 門窗、機電設備數 量輸出	A1 成果報 告	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	J4
依需求	施工階段時程進度 規劃	A2 成果報 告	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		J5
依需求	施工階段工地空間 規劃	A4 成果報 告	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		J6
依需求	門窗大樣輸出	A5 成果報	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	J7

時程	交付項名	對應之 BIM 應用 工作	負責之團隊成員				編號
			50	52	54	56	
		告					
依需求	柱位數位放樣	A6 成果報告	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	J8
完工後 30 天	竣工模型	E1、E2、E3	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	J9

依據表 2 所列的各交付項需求，本案需建置的 BIM 模型、建模者、及用模者，亦在 BEP 中列出如表 3 所示。

表3. 10601\_CON\_BEP 案應建 BIM 模型、建模者與用模者矩陣表

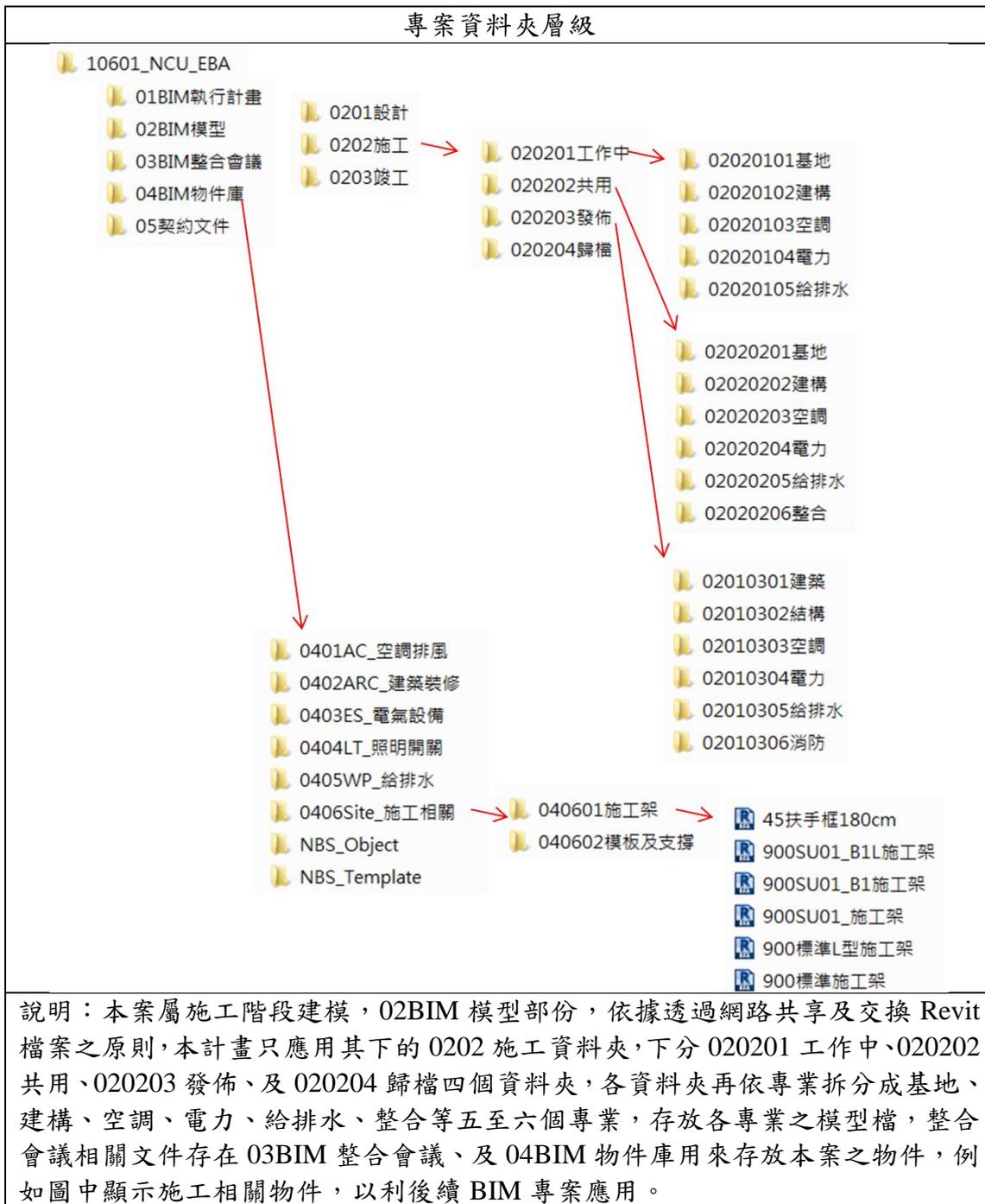
階段	模型名	直接對應之 BIM 應用工 作	建模者	用模者	編號
施工 階段 (J2)	基地模型(原)	E1	56	20、50、52、54	M1
	基地模型(含設計提案)	E1、E2、E3	56	20、50、52、54	M2
	建構模型	E2、E3	52	20、50、54、56	M3
	裝修模型	E2、E3	52	20、50、54、56	M4
	機電模型(電力)	E2、E3	54	20、50、52、56	M5
	機電模型(空調)	E2、E3	54	20、50、52、56	M6
	機電模型(給排水)	E2、E3	54	20、50、52、56	M7
	整合模型	E2、E3、E4	50	20、52、54、56	M8
竣工 (J9)	竣工模型	E1,E2,E3	56	20、30、50	M9

#### 五、各項 BIM 交付項目的建模者及用模者

(一)本案 BIM 交付項目之建模者及用模者，詳項目四之目標與責任矩陣(表 3)。

(二)建模軟體：Autodesk Revit 2017，基地模型應用 Civil3D，整合視情況用 Infracore 及 Navisworks2017。

(三)檔案資料夾架構如圖 1 所示，有對外交換需求時應使用的格式為：NWC，IFC。



說明：本案屬施工階段建模，02BIM 模型部份，依據透過網路共享及交換 Revit 檔案之原則，本計畫只應用其下的 0202 施工資料夾，下分 020201 工作中、020202 共用、020203 發佈、及 020204 歸檔四個資料夾，各資料夾再依專業拆分成基地、建構、空調、電力、給排水、整合等五至六個專業，存放各專業之模型檔，整合會議相關文件存在 03BIM 整合會議、及 04BIM 物件庫用來存放本案之物件，例如圖中顯示施工相關物件，以利後續 BIM 專案應用。

圖1. BIM 檔案標準資料夾之施工部份

(四)檔案命名公約

表4. 10601\_CON\_BEP 案 BIM 應用工作之檔案命名公約(一)

專案碼						分項碼				區碼			作者碼		自訂欄位
1	0	6	0	1	-	R	C	-	0	0	-	5	2	NCU_EBA	

表5. 10601\_CON\_BEP 案 BIM 應用工作之檔案命名公約(二)

專案碼	由專案自訂的五碼識別碼	
分項碼 (二碼)	RC ST AF AC ES WP FP X-	建構模型 RC 結構(含 RC 柱、樑、版、擋土牆) 基地模型 裝修模型 空調模型(取自 ACMV) 電力模型 給排水模型(若分開則 PL 給水，SP 污水) 消防模型 整合(含各類整合檔)
區碼(二碼)	NN  --	二碼數字碼代表分區別： 00 代表不分區
作者碼(二碼)	NN	依專案成員代碼
使用者自訂欄位	選擇性欄位	自訂供內部識別使用，本案加 TWBG 指台灣 BIM 指南用的模型

(五)BIM 模型拆分架構

本案模型依基地整地、建構、裝修、機電電力、機電給排水、機電空調等專業別拆分，如表 6：若因檔案太大(超過 80MB)有再拆分之需求時，可用區碼進行縮小檔案的再拆分，例如用 B1(地下一層)、F1(地面一層)、F2(地面二層)等做垂直分區區份，亦可以用 20、40、60...等區碼做水平(多棟建築指分棟別)分區區分。

表6. 10601\_CON\_BEP 案 BIM 模型拆分架構表

專業別	分區別	區碼	檔案名	備註
建構	全區	00	10601_RC_00_52	
裝修	全區	00	10601_AF_00_52	全區外牆
機電(電力)	全區	00	10601_ES_00_54	
機電(空調)	全區	00	10601_AC_00_54	
機電(給排水)	全區	00	10601_WP_00_54	
基地	全區	00	10601_ST_00_56	

六、各 BIM 模型所需建置的 BIM 元件

參照 TW-02 台灣 BIM 協同作業指南之附錄 D(BIM 建模導則)建置，各 BIM 模型需求元件及建模細則明如表 7：

表7. 10601\_CON\_BEP 案 BIM 元件需求表

BIM 模型別	應建元件及建模細則說明		
	元件	建模細則說明	備註
建構模型 通則：需以正確尺寸及材料屬性建置	牆 (含隔間牆、擋土牆)	以「牆」功能建置，並用類型區分牆的屬性。高度為樓層結構面起至上層結構梁或版底。	建議以核可的族群建置
	門、窗	以「族群」建置，並依圖說輸入正確的參數及命名。	
	基礎	獨立基腳、聯合基腳、版基礎	
	樑	以「樑」功能建置，並依圖說輸入正確的類型及參數。	
	柱	以「柱」功能建置，由樓層基準面至其上樓版的基準面間建置及其特殊形狀與斷面的柱。	
	版	以「樓板」功能建置，並依圖說輸入正確的類型及參數。	
	樓梯、梯段、斜面	以「樓梯」功能建置，並依圖說輸入正確的類型及參數。樓梯轉接平台和梯段，此時可視需求用樓版建置，應將該“樓版”的「類型」定義為“樓梯”。	
基地模型	地形	依核定的測量數據建置基地現況地形	

BIM 模型別	應建元件及建模細則說明		
	元件	建模細則說明	備註
	車道	以版建置，將其類型定義為車道	
	景觀鋪面	以版建置，將其類型定義為鋪面	
	排水溝	以版建置，將其類型定義為排水溝	
	現有建物	以位置、幾何尺度正確之量體建置，每一量體有明確的命名；樹、邊界及道路等景觀元件可用二維表達	
裝修模型	地坪	以「樓板」功能建置，並依圖說輸入正確的類型及參數。	
	天花板	以「天花板」功能建置，並依圖說輸入正確的類型及參數。	
	帷幕	1.以「牆」功能或「帷幕系統」功能建置，並用模型群組方式將其依圖說命名之。 2.以「族群」建置，並依圖說輸入正確的參數及命名之。	
	格柵	以「元件」功能建置，並用模型群組方式將其依圖說命名之。	
	外牆	以「牆」功能建置，並依圖說輸入正確材質。	
	內牆(隔間牆)	以「牆」功能建置，並依圖說輸入正確材質。	
	房間	以「房間」功能建置，並依圖說輸入正確的空間名稱。	
機電模型之空調排風	VRV 室外主機	以具有與實際採用相同尺寸、材料、類型及功能特徵的商業模型物件建模。若無適當物件可用適當尺寸的箱形替代，但需標示名稱及給予正確類型名稱(圖說中類型編號)及相關參數。	
	VRV 室內送風機(含集風箱)		
	出風口		
	回風花板		

BIM 模型別	應建元件及建模細則說明		
	元件	建模細則說明	備註
	送風軟管	鋁箔保溫軟管以正確尺寸建置	
	控制器	標示控制器位置，不需建線路	
	冷媒銅管	只需以適當線條顯示路徑；頂樓連接室外主機處建置管槽	
	排水管	以正確尺寸 PVC 管建置，含管配件及清潔口，不需建繫吊件	
	變壓器	用既有類型物件建置，類型名稱採用原設計編號名稱	
機電模型之電力系統	配電盤	用既有類型物件建置，類型名稱採用原設計編號名稱	
	拉線箱	用既有類型物件建置，類型名稱採用原設計編號名稱	
	發電機	用既有類型物件建置，類型名稱採用原設計編號名稱	
	柴油槽及油管		
	照明裝置	用既有類型物件建置，類型名稱採用原設計編號名稱	
	電導管	只需配幹管，用正確的尺寸及材質建置	
	牆式閘閥		
	插座及開關	用既有類型物件建置，類型名稱採用原設計編號名稱	
	匯流排		
機電模型之給排水	衛生設備	以具有與實際採用相同尺寸、材料、類型及功能特徵的商業模型物件建模。若無適當物件可用適當尺寸的箱形替代，但需標示名稱及給予正確類型名稱(圖說中類型編號)及相關參數。	

BIM 模型別	應建元件及建模細則說明		
	元件	建模細則說明	備註
	管配件	以具有與實際採用相同尺寸、材料、類型及功能特徵的物件建模。	
	閘閥、包含冷熱水管	要包括保溫隔熱層的實際尺寸，以便做空間整合。	
	雨水排水管	以正確尺寸 PVC 管建置，含管配件及清潔口，不需建繫吊件	
	暗排、陰溝，包括廚餘處理管、地漏、存水彎、水封、清潔口、通氣口	以具有與實際採用相同尺寸、材料、類型及功能特徵的物件建模。	
	地下公共給水管線	以具有與實際採用相同尺寸、材料、類型及功能特徵的物件建模。	
機電模型之消防	消防幫浦	以具有與實際採用相同尺寸、材料、類型及功能特徵的商業模型物件建模。若無適當物件可用適當尺寸的箱形替代，但需標示名稱及給予正確類型名稱(圖說中類型編號)及相關參數。	
	灑水頭	用既有類型物件建置，類型名稱採用原設計編號名稱	
	噴灑器配水管	用正確的尺寸及材質建置	
	消防噴水空置閘閥(主逆止閥、附加閥、警報閥、水力警鈴、試驗閥)	用既有類型物件建置，類型名稱採用原設計編號名稱	
	防火百葉窗	用既有類型物件建置，類型名稱採用原設計編號名稱	
	消防箱	用既有類型物件建置，類型名稱採用原設計編號名稱	

BIM 模型別	應建元件及建模細則說明		
	元件	建模細則說明	備註
	滅火器	用既有類型物件建置，類型名稱採用原設計編號名稱	
	煙檢測器 控制面板 監控感應器 幫浦控制板 水表位置	以具有與實際採用相同尺寸、材料、類型及功能特徵的商業模型物件建模。若無適當物件可用適當尺寸的箱形替代，但需標示名稱及給予正確類型名稱(圖說中類型編號)及相關參數。	
	火警鈴	用既有類型物件建置，類型名稱採用原設計編號名稱	

七、BIM 建模方法、發佈及協作流程

(一)建模方法應參照「TW-10 承包商 BIM 基本建模指南」,搭配表 2 之交付時間,應交付 BIM 模型之交付時間如表 8 所示。

表8. 應交付 BIM 模型之交付時間表

編號	交付時程	模型交付項名	應建置之模型編號	預估彙整時間	建模者應交出模型時間
J2	簽約後 60 天	施工模型	M1 至 M7	7 天	簽約後 53 天
J3	簽約後 90	施工整合模型	M8	14 天	簽約後 76 天
J9	完工後 30 天	竣工模型	M9	14 天	完工後 16 天

(二)協同作業流程依照 TW-02 BIM 協同作業指南,建模者應自行負責所建模型的資訊輸入及建模品質檢核;各分專業建模完成後進入第二階段協同作業(檔案複製移入共用資料夾),由建模者與用模者協同進行整合設計,整合內容包括衝突干涉消除及資源程序最佳化;這些協同整合完成的模型必需經由 BIM 經理確認後授權發佈供工地使用(檔案複製移入共用資料夾),也就是第三階段的凍結模型並發佈供應用,如圖 2 及圖 3 所示。

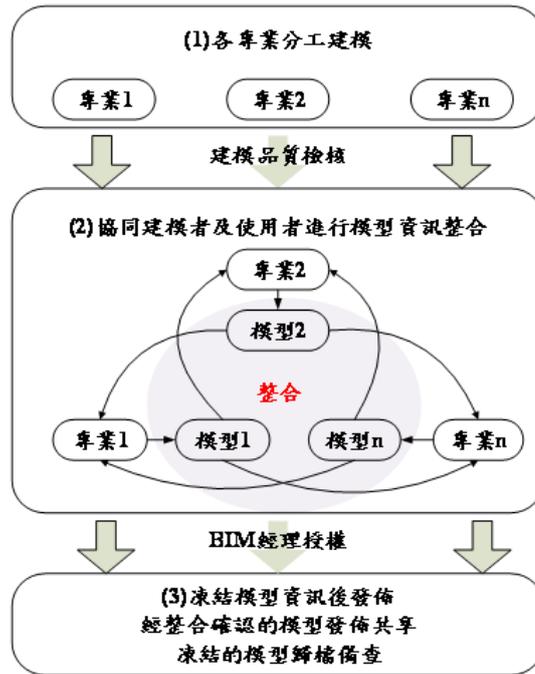
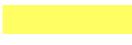


圖2. BIM 指南的協同建模三階段作業流程示意圖

(三)明定 BIM 建模者在提交模型前所需執行的品質檢核工作(參照建研所我國 BIM 協同作業指南相關文件 TW-010 承包商 BIM 基本建模指南)，建模者應隨時採用「明細表功能」掌握確認所建置的物件為「核可的物件」，並應在交付模型前執行「衝突檢查」消除所建模型物件之間的衝突。

- 1.將建築、土木結構、機電模型匯入專案審查軟體中，確保所有模型皆採用相同座標系統。
- 2.指定/變更各專業模型之顏色，此一作法在發生潛在課題時，將有助於辨識其來源(專業)。表 9 是各專業指定顏色之建議表，所有專案參與者必須同意此一顏色指定規則。應避免使用模型檢查軟體預設之錯誤/標明物件顏色。

表9. 各專業指定顏色之建議表

專業(系統)	指定顏色	顏色 RGB 號			
		顏色 RGB 號	R:150	G:150	B:150
建築	灰色		R:150	G:150	B:150
結構	黃色		R:225	G:225	B:100
空調	綠色		R:0	G:195	B:0

專業(系統)	指定顏色	顏色 RGB 號			
冷水給水	藍色		R:0	G:0	B:225
雨排水	洋紅色		R:255	G:0	B:225
污排水	橘色		R:255	G:128	B:0
電氣	棕色		R:128	G:64	B:64
匯流排槽	紅色		R:255	G:0	B:0

3.應用模型檢查軟體之各種視覺化功能(縮放、平移、環轉、穿行透視、剖視)檢查模型之正確性。可參考我國 BIM 協同作業指南：附錄 B (ii)品質保證選取需要整合協調之建築元件。

4.應用模型檢查軟體之自動衝突檢查工具檢查模型碰撞問題。可將碰撞視圖儲存下來並加上說明意見，並輸出成為待釐清事項(RFI)之附件說明。也可以由模型檢查軟體產生模型協調分析報告，以利追蹤。

5.將所辨識出的潛在議題依據重要性排列優先順序，並與相關單位一起解決。

#### (四)釋疑及變更資訊

釋疑(RFI)及變更(Change Order Request,COR)檔的命名：

NCU(公司)-RFI(釋疑或變更)-10601(5碼專案碼)-001(三碼序號碼)

例：NCU-RFI-10601-001, NCU-COR-10601-001

#### 八、技術環境需求

(一)本案模型建置一律使用 Autodesk Revit 2017，整合採用 Navisworks 2017，定案模型存放在「發佈」資料夾，工地應用則用 Navisworks Freedom 檢視。

(二)模型共享平台為本公司內網。A360。及本公司自行開發的 APP。

#### 九、其它附件

節錄自內政部建築研究所之「BIM 指南」的「建模導則」

引自內政部建築研究所之「BIM 指南」的「承包商建模細則」

我國 BIM 協同作業指南應用案例教材與培訓計畫之建立

出版機關：內政部建築研究所

電話：(02)8912-7890

地址：新北市新店區北新路 3 段 200 號 13 樓

網址：<http://www.abri.gov.tw/>

編者：陳瑞鈴等編

出版年月：106 年 12 月

版次：第 1 版

ISBN：978-986-05-4561-6(平裝)